



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA



Memorial para Promoção à Classe de Professor Titular de Carlos Alberto Gallo

Memorial apresentado à comissão especial de avaliação para a promoção à classe de Titular, da carreira docente do magistério superior.

Uberlândia, Setembro de 2023.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

G172m Gallo, Carlos Alberto,
2023 Memorial para Promoção à Classe de Professor Titular de Carlos Alberto Gallo [recurso eletrônico] / Carlos Alberto Gallo. - 2023.

Memorial Descritivo (Promoção para classe E - Professor Titular) - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.8111>

Inclui bibliografia.

1. Professores universitários - formação. I. Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

CDU: 378.124

André Carlos Francisco
Bibliotecário - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Mecânica

Rodovia BR 050, KM 78, Bloco 1D, 2º andar - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 2512-6779/6778 - www.mecanica.ufu.br - femec@mecanica.ufu.br



ATA

ATA

ATA DA AVALIAÇÃO DOCENTE PARA A PROMOÇÃO DA CLASSE DE PROFESSOR ASSOCIADO IV PARA A CLASSE DE PROFESSOR TITULAR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR. Aos trinta dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e três, às quatorze horas, por meio da plataforma **Microsoft Teams**, reuniram-se os Professores Titulares Dr. Roberto Mendes Finzi Neto (FEMEC/UFU - Presidente), Dra. Paula Frassinetti Cavalcante (UFBA - membro externo), Dr. Álisson Rocha Machado (Escola Politécnica - PUCPR - membro externo) e Dr. Marcelo Areias Trindade (USP de São Carlos - membro externo) e Dr. Sebastião Simões da Cunha Júnior (UNIFEI - membro externo), componentes da Comissão Especial homologada pelo Conselho da FEMEC e nomeada pela Portaria de Pessoal nº 6202/2023 para proceder à avaliação da defesa pública do memorial do Prof. Dr. Carlos Alberto Gallo nos moldes da Resolução nº 03/2017 do Conselho Diretor da UFU. A sessão foi aberta pelo Prof. Roberto Mendes Finzi Neto, às quatorze horas e dois minutos. A apresentação do Memorial pelo candidato foi iniciada às 14 horas e três minutos e concluída às 15 horas e 05 minutos. Em seguida, cada membro da Comissão fez a arguição do candidato, após o que, em sessão privada, a Comissão emitiu o parecer e os resultados a seguir:

Parecer da Comissão:

O candidato apresentou e defendeu o seu Memorial o que permitiu, na sua defesa, o reconhecimento da sua competência e qualificação para ser APROVADO em seu pleito, qual seja, promoção de Professor Associado IV para Professor Titular.

Com base nas avaliações o Presidente da Comissão Especial anunciou o resultado final, considerando o candidato APROVADO. A sessão foi encerrada às 17 horas e 12 minutos. Nada mais havendo a tratar, eu, Prof. Dr. Roberto Mendes Finzi Neto, Presidente da Comissão Especial de Avaliação, lavrei a presente ata que, após ser lida e aprovada, foi assinada eletronicamente por mim e pelos demais membros da Comissão Especial.

Uberlândia, 30 de OUTUBRO de 2023.

Prof. Roberto Mendes Finzi Neto (UFU) APROVADO

Paula Frassinetti Cavalcante (UFBA) APROVADO

Álison Rocha Machado (Escola Politécnica - PUCPR) APROVADO

Marcelo Areias Trindade (USP de São Carlos) APROVADO

Sebastião Simões da Cunha Júnior (UNIFEI) APROVADO



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Mendes Finzi Neto, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/11/2023, às 09:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Areias Trindade, Usuário Externo**, em 01/11/2023, às 09:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALISSON ROCHA MACHADO, Usuário Externo**, em 01/11/2023, às 10:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sebastiao Simoes da Cunha Jr, Usuário Externo**, em 01/11/2023, às 10:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paula Frassinetti Cavalcante, Usuário Externo**, em 01/11/2023, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4938644** e o código CRC **C9341EE7**.

Referência: Processo nº 23117.059026/2023-57

SEI nº 4938644

RESUMO

O presente documento descreve a trajetória da carreira profissional do professor Carlos Alberto Gallo. O documento foi escrito com base na RESOLUÇÃO CONDIR 2017-03 da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e parte do ponto onde o professor iniciou seu curso de Engenharia Elétrica na Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) da mesma instituição. Em seguida, são apresentados os resultados referentes às suas atividades de pós-graduação aos níveis do mestrado e do doutorado. O documento prossegue descrevendo a trajetória profissional na Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ) onde foi aprovado por concurso publico federal e desenvolveu as atividades da docência, pesquisa e administração. Na sequência teve o ingresso na Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC), inicialmente para ministrar aulas para o curso de Graduação em Engenharia Mecatrônica e na sequência para a Graduação em Engenharia Aeronáutica e Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Ao final do documento, é apresentado um resumo sobre toda a produção bibliográfica, técnica e acadêmica do professor. Espera-se que, com a leitura do presente documento, seja possível verificar a relevância da trajetória profissional do referido professor ao longo do período de vinte e sete anos em que esteve envolvido com o ensino superior (graduação, mestrado, doutorado, pós-doutorado e docência).

SUMÁRIO

RESUMO	2
SUMÁRIO.....	3
1. TRAJETÓRIA PROFISSIONAL	5
1.1. Período de formação básica	5
1.1.1. Graduação	5
1.1.2. Mestrado	6
1.1.3. Doutorado	7
1.2. Atividades na UFSJ	9
1.2.1. Atividades administrativas	9
1.2.2. Atividades de Ensino	10
1.2.3. Atividades de pesquisa	10
1.2.4. Resumo da trajetória na UFSJ.....	10
1.3. Atividades na UFU.....	11
1.3.1. A carreira na UFU.....	11
1.3.1.1 Atividades de ensino	11
1.3.1.2 Atividades de pesquisa	21
1.3.1.3. Atividades administrativas	34
1.3.1.4. Resumo da trajetória na UFU	34
2. CONCLUSÕES FINAIS.....	36
BIBLIOGRAFIA.....	37

LISTA DE ACRÔNIMOS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
CA	Corrente Alternada
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CC	Corrente Contínua
CENATEC	Centro Nacional de Tecnologia
CIMSS	Center for Intelligent Material Systems and Structures
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FEELT	Faculdade de Engenharia Elétrica
FEMEC	Faculdade de Engenharia Mecânica
IFV	Inversor de Frequência Variável
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LAcE	Laboratório de Acionamentos Elétricos
LMEst	Laboratório de Mecânica de Estruturas
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
NUPEP	Laboratório de Eletrônica de Potência
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PFC	Projeto de Fim de Curso
PoD	<i>Probability of Detection</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SHM	<i>Structural Health Monitoring</i>
REVESA	Rio Verde energia S.A.
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

1. TRAJETÓRIA PROFISSIONAL

A trajetória profissional de um docente pode ser considerada um conjunto de ações e resultados que refletem tanto em sua produção (didática, de pesquisa, administrativa, etc.) quanto em sua formação pessoal. A presente seção pretende descrever esse conjunto de atividades focando nos benefícios trazidos à carreira e, também, nos resultados palpáveis produzidos.

Considerar-se-á o ponto de partida, desta trajetória, como sendo a realização do curso de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As demais atividades de formação básicas, mestrado e doutorado, serão analisadas em seguida e com foco na produção científica e acúmulo de conhecimentos.

Em seguida, as atividades profissionais serão agrupadas por instituições de ensino onde houve a vinculação trabalhista. As instituições abordadas serão Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ) e a Universidade Federal de Uberlândia UFU.

Ao final, espera-se ter sido possível apresentar a relevância da trajetória profissional, passada e atual, nas instituições citadas. Espera-se também que seja possível vislumbrar que estas contribuições ainda estão e continuarão sendo feitas em prol da UFU e de todos os colegas com os quais e para os quais os trabalhos são desenvolvidos.

1.1. Período de formação básica

Esta seção pretende descrever os três períodos iniciais de formação profissional, sendo eles a graduação, o mestrado e o doutorado. Serão detalhadas tanto as áreas de formação quanto a produção científica realizada e documentada na plataforma Lattes do CNPq.

1.1.1. Graduação

Em janeiro de um mil novecentos e noventa e cinco, prestou-se o concurso vestibular para o curso de Engenharia Elétrica (ênfase em Sistemas de Potência), na Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) da UFU. Das quarenta vagas disponíveis, foi possível alcançar a décima primeira posição. O curso, em questão, apresentava duração total de dez semestres.

O projeto pedagógico do curso previa uma formação básica de engenheiro eletricitista complementada por diversas disciplinas orientadas ao aprendizado de sistemas para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. À época, procurou-se buscar formação complementar nas áreas de qualidade de energia elétrica e eletrônica industrial.

Procurando expandir o currículo para a área de eletrônica de potência, cursou-se uma disciplina intitulada desta linha, bem como na linha de qualidade de energia e energias renováveis, o que se provaria posteriormente, fundamental para a escolha de área ao se cursar o mestrado na FEELT.

Além das atividades de ensino, procurou-se iniciar atividades de Iniciação Científica (IC) por meio do programa PIBIC/CNPq. À época, o orientador deste primeiro trabalho foi o Prof. Dr. José Roberto Camacho tendo por tema de trabalho as metodologias e projetos para cálculos e dimensionamento de transformadores de potência monofásicos e trifásicos. Em seguida recebendo convite do Prof. Dr. João Batista Viera Júnior para iniciar trabalhos de pesquisa na área de eletrônica de potência, tendo essa temática de trabalho ligado a parte de conversores chaveados, no intuito de desenvolvimento de circuitos de simulação em software dedicado para projetos que estavam sendo desenvolvidos a nível de mestrado.

Já perto da conclusão do curso de graduação, iniciou-se a prospecção por uma área de interesse para o mestrado. Como reconhecimento aos trabalhos prestados o Prof. Dr. João Batista Viera Júnior gerou interesse na área de acionamento de retificadores controlados com alto rendimento e fator de potência unitário. O Laboratório de Eletrônica de Potência (NUPEP) desenvolvia pesquisas que incluíam não só o uso de conceitos de eletrônica de potência como, também, incentivava o uso de geração de energia fotovoltaica e circuitos eletrônicos de descargagem para lâmpadas fluorescentes e de descarga. Sendo esse um dos principais interesses de ensino e pesquisa desenvolvidos até o momento, deu-se início ao processo de aceleração da conclusão do curso de graduação.

Dos dez semestres previstos para se concluir o curso de graduação, foi possível cursar todas as disciplinas e atividades extras, dentro do período previsto. O título de engenheiro eletricitista foi obtido em julho de 2000. Sendo na sequência a inscrição no Programa de Pós-graduação da FEELT foi deferida. O trabalho de mestrado foi desenvolvido no NUPEP, a convite e sob a supervisão do Prof. Dr. João Batista Viera Júnior.

1.1.2. Mestrado

O mestrado foi iniciado no segundo semestre do ano de dois mil. O tema principal da pesquisa era um sistema de retificação trifásica de alto rendimento e fator de potência unitário de 2kW usando chaves totalmente controladas. Como elemento de inovação, apresentou uma série de características para o conversor que seria projetado:

- **Fator de potência unitário.** Em geral, os conversores chaveados possuem acionamento com modulação por largura de pulso (*Pulse Width Modulation – PWM*). Essa técnica não garante a forma senoidal para a corrente fato que acontece com conversores estáticos que não fazem uso de técnicas complementares para correção do fator de potência por meio do monitoramento da corrente elétrica. Uma nova técnica de modulação, utilizando o circuito integrado LM3854 realizava o monitoramento e atuação complementar das chaves do retificador garantindo que

seu fator de potência fosse deixado unitário por meio de um circuito eletrônico simplificado e muito eficaz. A técnica permitia a imposição de correntes quase senoidais na rede elétrica da concessionária.

- **Alto rendimento do inversor.** Chaveamento PWM tendem a dissipar uma quantidade razoável de energia térmica. Isso não só reduz o rendimento do sistema como também impacta na controlabilidade do inversor. À época, foi proposto uma nova topologia de entrelaçamento dos indutores Boost com o intuito de minimizar a dissipação de energia na comutação das chaves, bem como promover uma maior compactação do conversor proposto uma vez que cada um dos indutores operariam a frequência de chaveamento de 100kHz, com tudo, a estrutura vista como um todo estaria operando a frequência de 200kHz.

A dissertação de mestrado foi defendida e aprovada no início do ano de dois mil. No mesmo semestre, foi solicitada a matrícula no doutorado do mesmo programa de pós-graduação da FEELT.

1.1.3. Doutorado

Ao longo das atividades de mestrado, o interesse pela área de Eletrônica de Potência foi aumentando na medida que esta área se mostrava profícua para o desenvolvimento de novas tecnologias baseadas em eletrônica embarcada. As atividades do doutorado foram, então, vinculadas ao NUPEP sob a orientação do Prof. Dr. João Batista Viera Júnior.

O tema proposto para o doutorado estava relacionado com sistema Nobrek podendo ser aplicado também em outros tipos de carga que demandassem um inversor de frequência, assim como nos sistemas de geração de energia fotovoltaicos. Novamente, seria necessário desenvolver um conjunto de conversores eletrônicos de potência que pudessem atingir o objetivo principal. Então, as seguintes características deste inversor de frequência foram estabelecidas.

- **Alta eficiência.** Com conceito de alta eficiência foi dividido, à época, em duas vertentes:
 1. **Qualidade de energia na rede elétrica.** Conversores eletrônicos de potência tendem a ser grandes “poluidores” da rede elétrica devido a injeção de distorções harmônicas (voltagem e corrente) no barramento de entrada. O carregador de baterias deveria apresentar um fator de potência próximo da unidade para minimizar, ao máximo, essas distorções.
 2. **Alto rendimento.** Novamente, seria necessário fazer uso de técnicas de comutação não dissipativas nas chaves eletrônicas de potência empregadas no carregador.
 3. **Projeto e implementação do retificador de entrada,** com alto fator de potência e comutação não dissipativa. Esta etapa produziu uma nova

topologia de conversor CA–CC com boa aceitação na comunidade científica.

4. **Projeto e implementação da fonte reguladora de carga da bateria, com comutação não dissipativa**, isolada da rede elétrica e com controle digital. Uma nova topologia de conversos CC-CC foi desenvolvida e, novamente, a comunidade científica demonstrou boa aceitação.

O desenvolvimento da pesquisa de doutorado incorporou os seguintes conhecimentos e habilidades:

- **Projeto e prototipação de sistemas fontes de energia DC para sistemas de som automotivo para competições.** Projeto ocorreu em referência a demanda apresentada por uma empresa de fontes DC para fornecimento de energia para som automotivo para competições. A fonte apresentava fator de potência unitário com tensão de saída de 12V e corrente de saída de 200 A. Esse projeto buscava a substituição das fontes comerciais da empresa por fontes chaveadas de alto rendimento e mais compactas.
- **Projeto e prototipação de sistemas fonte para aplicação em sistemas No-break de energia.** Fazendo parte da tese de doutoramento, foi desenvolvido um inversor de frequência para utilização em sistemas No-break com potência processada de 2kW o qual utilizou o conversor Boost com tecnologia de entrelaçamento desenvolvido no mestrado. O sistema devido ao processo de comutação suave apresentava grandes inovações a época pois todas as chaves operavam em modo de comutação suave e o lado de baixa frequência utilizava chaves de custo irrisório à época.
- **Qualidade de energia associados a conversores eletrônicos de potência.** O início dos anos dois mil foi marcado por uma grande preocupação pela qualidade e eficiência dos equipamentos conectados à rede de energia elétrica de baixa tensão. Para entender o conceito de “qualidade de energia elétrica” foi necessário muito estudo complementar, o qual não fazia parte do projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica (ênfase em eletrônica) cursado na graduação e pós graduação.

É importante observar que, apesar do trabalho de doutorado ter sido concluído no ano de dois mil e seis, com a defesa da tese, ainda foi possível continuar produzindo novos artigos (nos anos de dois mil e cinco e dois mil e dezoito) com os vários resultados experimentais que foram obtidos.

Em paralelo ao final do trabalho de doutorado, foi possível iniciar atividades de docência em universidade federal com forte estrutura de pesquisa. A próxima seção descreve essas atividades

agrupadas por instituição.

1.2. Atividades na UFSJ

Em dezembro de dois mil e cinco, logo após defesa de doutorado, aprovado em banca de concurso público para efetivação imediata, a qual a posse no cargo se deu em fevereiro de dois mil e seis. Naquela instituição, foram desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e administração. Essas atividades são descritas nas seções que se seguem.

1.2.1. Atividades administrativas

A UFSJ é considerada uma universidade de criação recente, uma vez que se tratava de uma instituição de ensino privada que foi federalizada. Neste processo de federalização o direcionamento de recursos se deu na busca de profissionais que pudessem contribuir para seu crescimento e desenvolvimento, fato que se consolidou ao longo dos programas governamentais REUNI primeira e segunda edição, a qual a instituição se tornaria a quarta maior universidade do estado de Minas Gerais.

Tabela 1:– Relação de atividades administrativas desempenhadas na UFSJ.

Atividade	Descrição	Período
Comissão de Propriedade Intelectual	Comissão responsável pelos processos de análise e depósito de patentes da UFSJ	2006 – 2007
Vice-Coordenador do curso de Engenharia Elétrica	Responsável pelas ações de coordenação do curso de Engenharia Elétrica na falta do coordenador do curso.	2006 – 2007
Comissão de criação de cursos de Ensino a Distância (EaD)	Responsável pela criação do curso de Engenharia de Produção no formato EaD da UFSJ	2006 – 2007
Avaliador de cursos e instituições junto ao MEC	Indicação por parte do Reitor com cancela por parte do Ministro da Educação para se tornar avaliador de cursos e instituições junto ao MEC (formato adotado na época)	2006 – 2007

Além das atividades administrativas, atividades de ensino e de pesquisa também foram desenvolvidas na UFSJ. As seções a seguir descrevem estas atividades.

1.2.2. Atividades de Ensino

Tendo sido aprovada em concurso para o Departamento de Engenharia Elétrica (DEPEL) foram atribuídas disciplinas relacionadas com a área de formação junto a acordo entre departamentos, conforme ocorrido com a disciplina de Eletrotécnica Geral do curso de Engenharia Mecânica, bem como disciplinas do próprio departamento. Esse conjunto de disciplinas seguiu sendo ministrado até o ano de dois mil e sete, quando ocorreu a transferência para a UFU.

A Tabela 2 resume as atividades de ensino em função das disciplinas ministradas na UFSJ.

Tabela 2:– Relação de disciplinas ministradas na UFSJ.

Disciplinas	Período
Eletrotécnica Geral (Engenharia Mecânica)	2006
Eletrônica Analógica	2006 – 2007
Eletrônica de Potência	2006 – 2007

Além das atividades de ensino e administrativas, o docente de instituição federal também precisa desenvolver atividades de pesquisa e/ou de extensão. A seção a seguir descreve as atividades de pesquisa desenvolvidas enquanto docente lotado na UFSJ.

1.2.3. Atividades de pesquisa

É possível agrupar as atividades de pesquisa desenvolvidas na UFSJ em dois grupos: aquelas decorrentes do doutorado; e aquelas decorrentes das atividades de ensino nos laboratórios do departamento. Essa associação acabou rendendo parceria de pesquisa e desenvolvimento tecnológico junto a Universidade Federal de Itajubá dentro do laboratório de microeletrônica onde alguns orientados de iniciação científica foram aceitos para o programa de mestrado onde pude co-orientar.

Neste interim também foi firmado parceria para ministrar módulo de co-geração de energia em usinas sucroalcooleiras, projeto este desenvolvido nos anos de 2007 e 2008 junto a FAFRAM (Faculdade Francisco Maeda) da cidade de Ituverava, juntamente com a empresa COSAN baseada na cidade de Piracicaba.

1.2.4. Resumo da trajetória na UFSJ

Foram dois anos vinculados à UFSJ. Neste tempo, as experiências adquiridas nas áreas administrativa, de ensino na área de engenharia elétrica e mecânica e de pesquisas na área de eletrônica de potência e sistemas fotovoltaicos contribuíram muito para a atual formação profissional. A proximidade junto a reitoria e comissões ligadas as próreitorias estreitaram as relações junto ao MEC (Ministério da Educação), onde o reitor fez uma solicitação junto ao mesmo para minha inclusão no processo de treinamento para novos avaliadores do INEP/MEC, uma vez que nesta época esse era o procedimento e única forma de ser incluído no banco nacional de avaliadores.

A próxima seção começa a descrição da trajetória profissional na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), iniciando pelo no cargo de professor efetivo junto ao quadro de docentes da FEMEC assumindo disciplinas ligadas diretamente ao curso de Graduação em Engenharia Mecatrônica, bem como curso de pos-graduação em segurança do trabalho com conteúdo de riscos elétricos aplicados a NR10.

1.2 Principais atividades de pesquisa na UFU

A descrição das principais linhas de pesquisa é adotada para que se possa acompanhar os maiores projetos de pesquisa desenvolvidos ou trabalhados como membro, adotando como referência tempo de envolvimento e retornos desde a quantidade de pessoas envolvidas, bem como quantidade de produtos desenvolvidos e custos envolvidos. Desta forma, muitos outros projetos acabam por não ser detalhados no intuito de não alongar demais o documento.

A linha de pesquisa era chamada de Análise de Integridade de Estruturas (*Structural Health Monitoring – SHM*), era executada na Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da UFU e coordenada pelo Prof. Dr. Valder Steffen Júnior. O projeto de pesquisa coordenado pelo Prof. Valder apresentava grande interface com a indústria aeronáutica, sendo que a empresa EMBRAER era uma grande parceira.

O tema do estágio de doutoramento era desenvolver um equipamento eletrônico, portátil e de baixo custo capaz de consultar uma rede de transdutores piezelétricos com o objetivo de avaliar e identificar modificações estruturais em componentes aeronáuticos feitos de metal e/ou fibra de carbono. O sistema citado seria análogo ao sistema nervoso humano, com capacidade de identificar locais de danos na estrutura da aeronave.

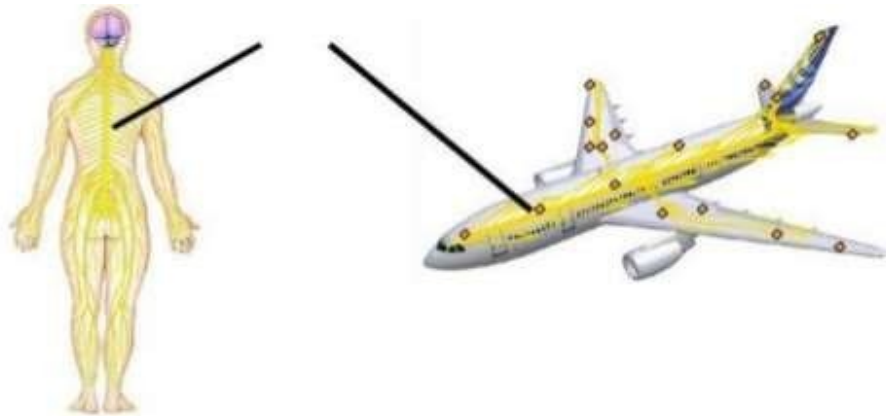


Figura 1: – Sistema de monitoramento análogo ao sistema nervoso humano.

1.2.1 A carreira na UFU

A efetivação da transferência para a UFU ocorreu em fevereiro do ano de dois mil e oito. Para melhor descrever as atividades de ensino, pesquisa e administrativas três seções serão apresentadas a seguir.

1.2.1.1 Atividades de ensino

Inicialmente, a vaga do concurso prestado previa apenas ministrar disciplinas voltadas para as áreas de eletrotécnica e eletrônica de aeronaves. Porém, a realidade é que o docente precisa auxiliar as coordenações dos cursos de graduação e ministrar aquelas disciplinas que apresentem

demanda imediata. Os três cursos de graduação da FEMEC (Engenharia Aeronáutica, Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica) necessitavam de alocação imediata de docente em disciplina de “Programação Aplicada à Engenharia”.

Além da graduação, atuar em programa de pós-graduação é sempre um dos objetivos do docente que executa pesquisas e que tem o interesse na orientação. A FEMEC possui um programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica com conceito sete, pela CAPES. Os editais de credenciamento de docentes ocorriam, à época, a cada três anos. Após duas tentativas, foi possível obter o credenciamento como docente permanente no programa no final do ano de dois mil e dezessete. Com este credenciamento, mais uma disciplina passou a fazer parte do conjunto a ser ministrado semestralmente. O resumo das disciplinas ministradas na FEMEC/UFU é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Relação de disciplinas ministradas na FEMEC/UFU.

Disciplinas	Curso	Período
Eletrônica Básica para Mecatrônica	Engenharia Mecatrônica	2008 – ...
Eletrotécnica de Aeronaves	Engenharia Aeronáutica	2018 – 2019
Eletrônica de Aeronaves	Engenharia Aeronáutica	2018 – 2019
Instalações Elétricas Industriais	Engenharia Mecatrônica	2012 – ...
Tópicos Especiais em Estruturas Inteligentes	Pós-graduação em Engenharia Mecânica	2016 – 2020

É importante observar que todas as disciplinas ministradas fazem uso de conhecimentos adquiridos ao longo dos períodos de formação (graduação, mestrado e doutorado passados. Além disso, deve-se considerar que a habilidade de aprendizado continuado é de suma importância para o docente que pretende manter atualizados os conhecimentos por ele ministrados. Além das disciplinas ministradas, as atividades de ensino na FEMEC/UFU englobam orientações em trabalhos de conclusão de curso, de dissertações de mestrado e de doutorado.

1.2.1.2 Atividades de pesquisa

Enquanto docente na FEMEC as áreas de pesquisa foram concentradas nas áreas abaixo:

- **Estruturas Inteligentes.** Decorrente das atividades desenvolvidas durante o período de pós-doutoramento. Representa a área mais sólida em desenvolvimento e com maior número de resultados palpáveis (artigos, patentes, protótipos de equipamentos, etc.). Esta área principal representa as pesquisas de envolvem a Análise da Integridade de Estruturas e o Controle de Vibrações Mecânicas.
- **Controle Digital de Sistemas Mecânicos.** Representa a área com maior quantidade de alunos orientados na pós-graduação da FEMEC. Atualmente, esta área está voltada às aplicações de controle em aeronaves autônomas. Além destas, atividades

de pesquisa mais antigas, já envolveram aplicações na área de Soldagem.

As áreas mencionadas produziram resultados consistentes ao longo dos anos na forma de participação em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com a iniciativa privada e com órgãos públicos de fomento à pesquisa (CNPq e FAPEMIG). Esses projetos são apresentados de maneira cronológica a seguir.

Diagnóstico de Falhas e Controle de Vibrações através de cerâmicas Piezelétricas. Projeto financiado pelo CNPq e selecionado na Chamada Universal CNPq/MCTI do ano de dois mil e dez. Com duração de dois anos, o projeto preocupava-se em pesquisar sobreos fenômenos patológicos estruturais que prejudicavam o desempenho de estruturas mecânicas com aplicações aeronáuticas. Este projeto foi submetido e aprovado logo após a conclusão do pós-doutorado e permitiu a continuidade das pesquisas na área de SHM. O projeto teve um financiamento de R\$ 20.000,00 e gerou os resultados descritos na Tabela 10.

Desenvolvimento e produção seriada de sistema compacto para diagnóstico defalhas em aeronaves através do método da impedância eletromecânica. Projeto de P&D financiado pela EMBRAER. Coordenado pelo Prof. Dr. Valder Steffen Júnior, o projeto visava dar sequência ao projeto de pesquisa e desenvolvimento realizado em parceria pela equipe do LMEst e a EMBRAER (convênio 01.06.1217.00/CT-AERO), dedicado ao estudo da potencialidade da técnica da Impedância Eletromecânica para o monitoramento da integridade estrutural de aeronaves. O projeto teve financiamento global de R\$ 796.00,00 e envolveu diversos docentes e alunos do LMEst.

Para se monitorar a integridade física de uma estrutura mecânica, utilizando um equipamento eletrônico, é necessário possuir um transdutor que possa unir os domínios mecânico e elétrico. O transdutor piezelétrico (PZT) consegue converter deformações mecânicas em sinais elétricos e vice-versa. A Figura 2 apresenta alguns exemplos de PZTs cerâmicos disponíveis no mercado.



Figura 2 - Exemplos de cerâmicas piezelétricas produzidas pela MPI Ultrasonics. Imagens retiradas do site: www.mpi-ultrasonics.com

Quando PZT é colado na superfície de uma estrutura mecânica, todas as deformações sobre a estrutura apresentarão um equivalente elétrico no transdutor. A Figura 3 ilustra o chamado ‘acoplamento eletromecânico’, de um grau de liberdade, do modelo Massa (M) x Mola (K) e Amortecedor (C) de uma estrutura com um PZT colado.

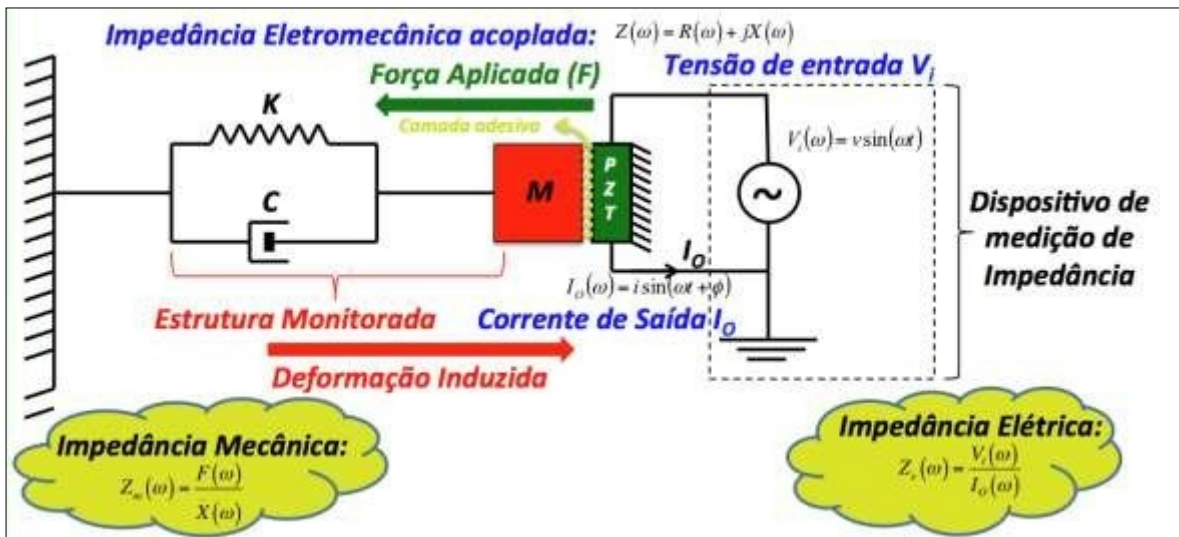


Figura 3: –Acoplamento eletromecânico de um grau de liberdade.

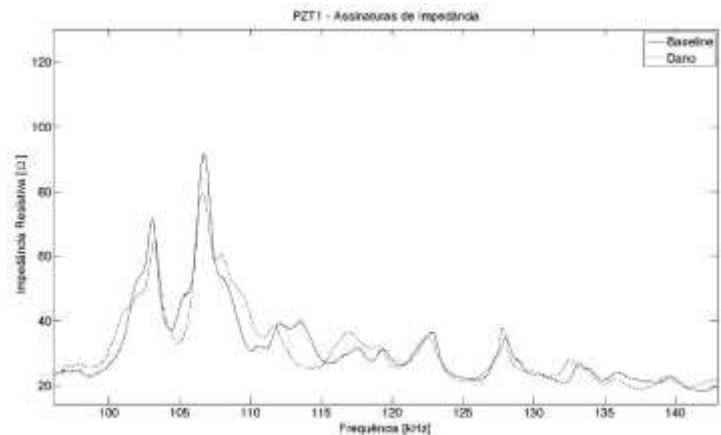
Ao se aplicar uma tensão senoidal, de frequência variável e ultrassônica, ao PZT, a estrutura será deformada harmonicamente. A razão entre a força, aplicada pelo PZT, e a velocidade de deformação da estrutura é chamada de Impedância Mecânica (IM). Enquanto não houver danos (modificações quaisquer) sobre a estrutura, a curva de impedância pela frequência deverá se manter inalterada.

O equipamento usado para medir a curva de impedância é chamado de Analisador de Impedância e é apresentado na Figura 4(a). A Figura 4(b) mostra duas curvas de impedância obtidas para o corpo de prova, ilustrado na Figura 4(a), em duas situações estruturais diferentes. A primeira situação ilustrada representa o corpo de prova sem modificações estruturais (*baseline*). Já a segunda, indica a ocorrência de um dano induzido. Há uma clara diferença entre as duas

curvas, a qual pode ser quantificada para se estimar a ‘intensidade do dano’ sobre a estrutura de interesse.



(a) – Estrutura monitorada e analisador tradicional de impedância



(b) – Sinais de impedância adquiridos.

Figura 4: –Analisador de impedância e um exemplo do sinal obtido com o método de impedância eletromecânica.

Exemplos de outras aplicações de SHM, desenvolvidas na FEMEC, são ilustradas na Figura 7. Vale destacar que algumas destas aplicações foram desenvolvidas em parceria com o *Center for Intelligent Material Systems and Structures (CIMSS)*, da *Virginia Tech*, nos Estados Unidos da América.

A Figura 5 ilustra a seção metálica de uma das janelas de uma aeronave ERJ170, da EMBRAER, instrumentada com os transdutores piezelétricos do sistema desenvolvido durante o projeto de pesquisa. A estrutura estava fixa a uma armação metálica mais rígida, por meio de pinças de pressão. Os PZTs usados apresentavam diâmetro de 10mm e espessura de 1mm. Danos, de diversas extensões e severidades, foram executados sobre a estrutura de testes com objetivo de verificar a eficácia do equipamento produzido. Ao final do projeto, o sistema desenvolvido e refinado foi capaz de detectar trincas de 7,4mm de extensão com confiabilidade superior a noventa por cento. A curva de probabilidade de detecção (*Probability of Detection – PoD*), do sistema desenvolvido, é apresentada na Figura 6.



(c) – Estrutura tubular flangeada para monitoramento de tensão.



(d) – Detecção de furos em pá de rotor de helicóptero civil.

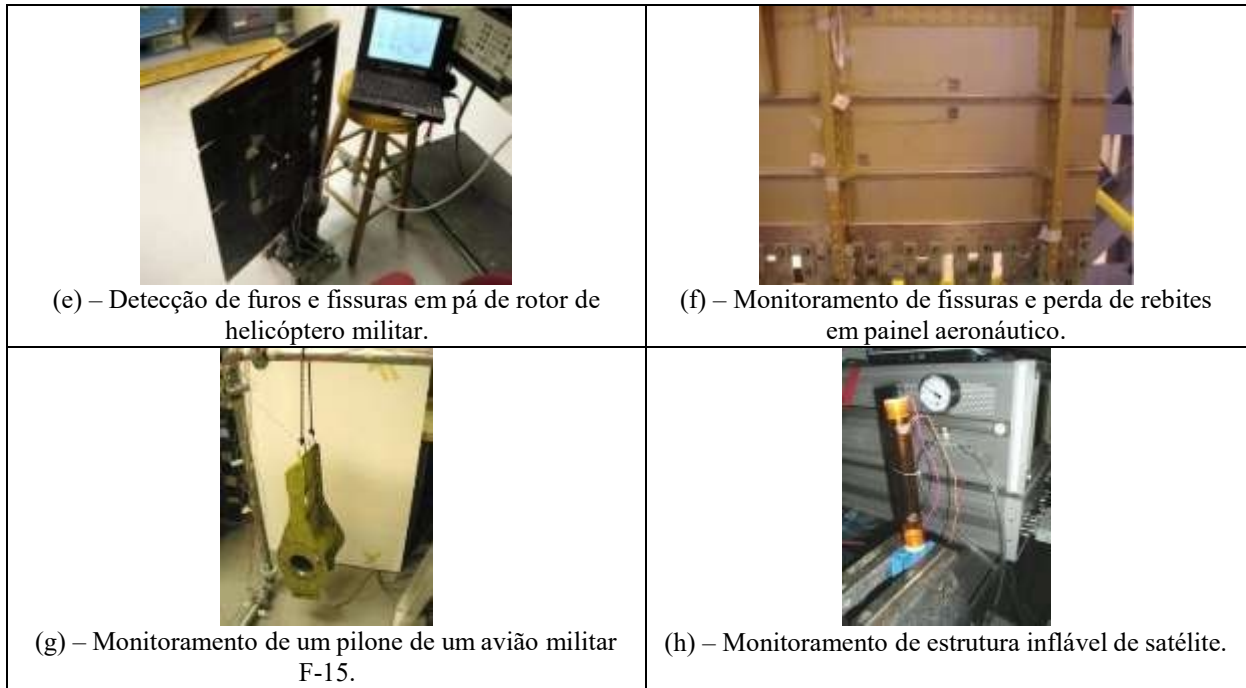


Figura 5: – Ilustração de várias aplicações da técnica de monitoramento de integridade estrutural baseada em impedância.

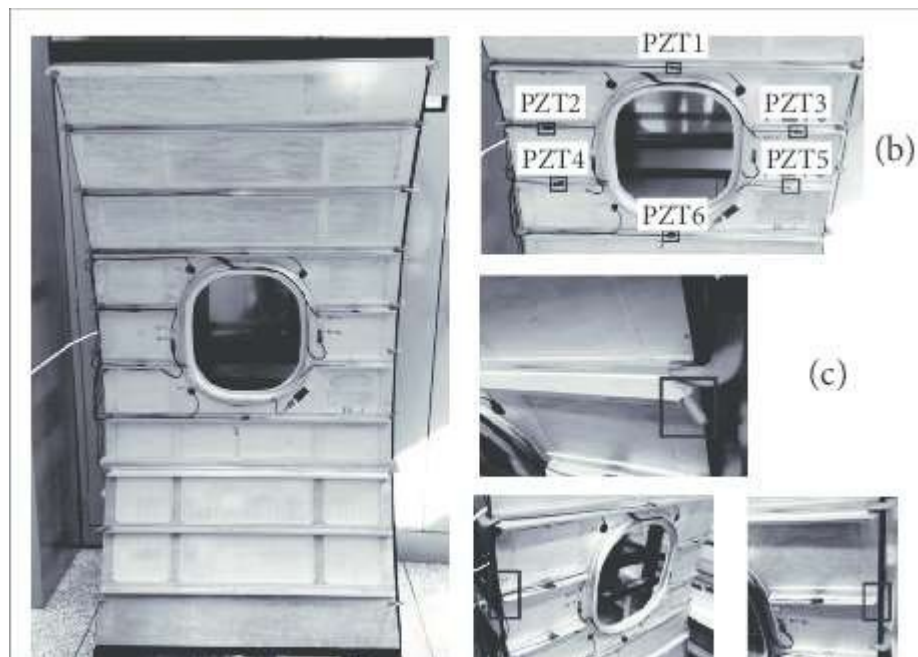


Figura 6: – Seção de janela metálica de uma aeronave ERJ170 da EMBRAER.

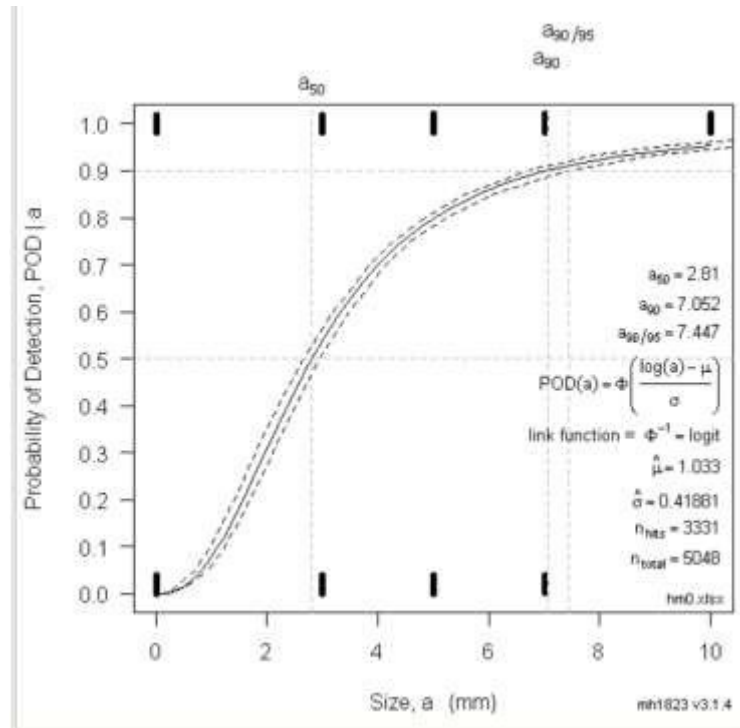


Figura 7: –Curva de PoD do sistema de SHM.

Outros testes também realizados na própria fábrica da EMBRAER, em aeronaves usadas para validar novas tecnologias. Porém, estes resultados não podem ser apresentados neste documento por questões de sigilo industrial.

a. Projeto de desenvolvimento tecnológico para Petrobrás

Projeto de pesquisa a qual coordeno junto a Petrobrás com o intuito de monitorar de forma inteligente, remota e automatizado as condições estruturais da parte superior dos tanques de armazenamento de combustíveis das refinarias da empresa estimados em mais de oito mil tanques. O aporte financeiro total é de R\$ 5.200.046,75.

Um tanque de armazenamento ou de armazenagem é um recipiente destinado a armazenar fluidos à pressão atmosférica e a pressões superiores à atmosférica. Estes tanques podem ter dimensões variadas, indo desde 2m de diâmetro até mais de 50m. A sua construção pode ser feita com teto fixo ou flutuante, interno ou externo, dependendo sempre das características e o tipo de produto a armazenar. É de extrema importância realizar-se, de forma regular e periódica, a verificação e limpeza das estruturas e equipamentos utilizados para armazenar os produtos. Os tanques armazenam os diversos produtos envolvidos na produção em uma unidade de processo, da pressão atmosférica até baixas pressões (aproximadamente 15 psig). Os vários tipos de Tanques existentes em distribuidoras de derivados de petróleo demonstram que as diversificações nos ensaios realizados em tanques, são realizadas de acordo com o produto a ser armazenado, pois eles

previnem o risco de vazamento, evitando a contaminação ambiental e as perdas.

Esses tanques são construídos em diferentes tipos, formas, tamanhos e com variados tipos de materiais. Os tanques podem ser de aço ou de outros materiais não combustíveis adequados, devem ser de material compatível com o líquido a ser armazenado. As características do líquido armazenado, tais como volatilidade, inflamabilidade, temperatura e pressão de armazenamento são importantes fatores na seleção do tipo de tanques a ser utilizado (NBR 17505-2-2006).

Tanques de armazenamento inicialmente parece tratar-se de um equipamento simples e fácil de lidar. Porém os riscos que envolvem estes equipamentos: como a corrosão, que é a deterioração de um corpo sólido por meio de uma ação química ou eletroquímica provocada pelo meio ambiente, exige atenção e práticas direcionadas desde a fase de projeto até a sua desativação e conseqüente retirada do local onde foi instalado, existindo normas e procedimentos para toda atividade relacionada.

Existem diversas propostas de sistemas que poderiam ser aplicados para inspeções visuais internas sem a necessidade de esvaziamento dos reservatórios. Uma possível solução seria o uso de veículos submarinos equipados com câmeras. No entanto, uma série de desvantagens são inerentes a esses sistemas. Os modelos existentes não são certificados para inspeção imersos em combustível, além de haver risco devido ao sistema elétrico imerso e a possíveis colisões com as paredes internas. Há a dificuldade ou impossibilidade de inspeção de paredes superiores caso o reservatório não esteja completamente cheio. Além disso, os propulsores invalidariam a inspeção da emulsão ao misturar as fases formadas, além de dificultar o controle e estabilização durante a captura de imagens. Devem ser considerados também os altos custos iniciais e de manutenção, em especial para garantir a vedação do sistema.

Outra possível solução seria o uso de veículos com rodas magnéticas, os quais se locomoveriam presos às paredes internas do reservatório. Os principais problemas deste tipo de sistema são a dificuldade ou impossibilidade de visualizar a camada de emulsão (borra) longe das paredes, riscos devido a faíscas entre as rodas magnéticas e as paredes, em especial durante as mudanças de superfície, e riscos devido ao sistema elétrico imerso ou a vazamentos sob alta pressão no caso de sistemas hidráulicos. Além disso, persistem os altos custos iniciais e de manutenção, principalmente para garantir a vedação do sistema.

Uma solução promissora está no uso de manipuladores de longo alcance com câmeras em sua extremidade, cuja base seria instalada na entrada do reservatório. Este tipo de sistema possibilitaria a inspeção de todas as paredes e de todo o volume interno do reservatório. O sistema poderia ser rápida e facilmente retirado se necessário, as técnicas de controle são bem

estabelecidas, e conferem boa estabilidade na captura de imagens. Esta é uma tecnologia de eficácia comprovada, cuja precisão absoluta pode ser aprimorada através de técnicas de calibragem de manipuladores flexíveis de longo alcance (Meggiolaro, 2005).

No entanto, manipuladores de longo alcance tradicionais (Mavroidis, 1995) possuem as desvantagens de alto custo e peso, além de permanecerem os riscos envolvidos na imersão de sistemas elétricos e hidráulicos em combustível.

Os tanques atmosféricos são usados para o armazenamento de fluídos de baixa volatilidade. Estes são líquidos que têm na temperatura de armazenamento uma pressão de vapor absoluta inferior à atmosférica. Pressão de vapor é a pressão na superfície do líquido causada pelos vapores do próprio líquido, ela varia diretamente com o aumento da temperatura, devem ser projetados, construídos, instalados e ensaiados de acordo com os objetivos das respectivas aprovações, ou dentro dos objetivos das normas: ABNT NBR 7821, API STD 650, entre outras (NBR 17505-2). Os tanques são normalmente construídos em aço carbono, aço liga ou outros materiais dependendo do serviço. Normalmente os tanques atmosféricos são soldados, ainda encontramos tanques rebitados e parafusados. As normas que regulamentam o projeto e a construção desses tanques em aço carbono são as seguintes: NBR 7821 Abr/83 da ABNT – Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados. API Standard 650 – Welded steel tanks for oil storage. API Standard 12A – Specification for oil storage tanks with riveted shells (Guia – 9 Inspeção De Tanques De Armazenamento-IBP 1970). Os tanques são classificados de acordo com a finalidade a que se destinam, como: Tanques de armazenamento, tanques de recebimento, tanques de resíduo e tanques de mistura, quanto ao tipo, quanto ao fundo, ao costado e ao teto.

Os tanques de armazenamento são equipamentos de caldeiraria pesada, sujeitos à pressão aproximadamente atmosférica e destinados, principalmente, ao armazenamento de petróleo e seus derivados. A construção de um tanque de armazenamento normalmente é regulamentada pela norma americana API 650 “Welded Steel Tanks for Oil Storage” do American Petroleum Institute (API). No Brasil utiliza-se, também, a norma NBR 7821 “Tanques Soldados para Armazenamento de Petróleo e Derivados”, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



Figura 8: Tanques de armazenamento

Os tanques de armazenamento atmosféricos, tipicamente encontrados em refinarias, terminais, oleodutos, bases de distribuição, parques industriais, etc, são construídos numa ampla faixa de capacidades, desde 100 barris (16m³) até aproximadamente 550.000 barris (87.500m³). Esses tanques são classificados conforme a natureza do teto, em:

- Tanques de Teto Fixo
- Tanques de Teto Móvel
- Tanques de Teto Fixo com Diafragma Flexível
- Tanques de Teto Flutuante

Tanques de Teto Fixo (Fixed Roof) são tanques cujos tetos estão diretamente ligados à parte superior de seus costados (lateral do tanque). Podem ser autoportantes ou suportados (figura abaixo) por uma estrutura interna de perfis metálicos. Os tetos autoportantes são apoiados exclusivamente na periferia do costado.



Figura 9: Teto cônico suportado. Componentes da estrutura de sustentação. Vigas radiais, vigas transversais e colunas

Dependendo da forma do teto fixo, pode-se distinguir as seguintes variações construtivas:

- a) Teto Cônico (Cone Roof): apresenta a forma aproximada de um cone reto.



Figura 10: Teto fixo cônico

- b) Teto Curvo (Dome Roof): apresenta a forma aproximada de uma calota esférica. Normalmente é autoportante.



Figura 11: Teto fixo curvo

c) Teto em Gomos (Umbrella Roof): é uma modificação do tipo anterior, no qual qualquer seção horizontal terá a forma de um polígono regular com número de lados igual ao número de chapas utilizadas nesta região do teto.



Figura 12: Teto fixo em gomos

Tanques de Teto Flutuante (Floating-Roof) são tanques cujos tetos estão diretamente apoiados na superfície do líquido armazenado, no qual flutuam, acompanhando sua movimentação durante os períodos de esvaziamento e enchimento. São utilizados com o objetivo de minimizar as perdas por evaporação devido à movimentação de produto. Como o teto flutuante movimentar-se internamente ao costado, haverá necessidade de um sistema de selagem.



Figura 13: Teto móvel

O teto flutuante apresenta os seguintes tipos construtivos:

a. Teto Flutuante Simples (Single Deck or Pan-Type Floating Roof): consiste essencialmente de um lençol de chapas. O teto é enrijecido por uma estrutura metálica, na sua parte superior, para lhe conferir a necessária estabilidade. Este é o tipo mais simples e de construção mais barata. A flutuabilidade é precária. Dos tipos de teto flutuante é o que apresenta maior perda por evaporação, pois o teto está em contato direto com o produto armazenado e transmite, mais facilmente, a energia solar incidente.

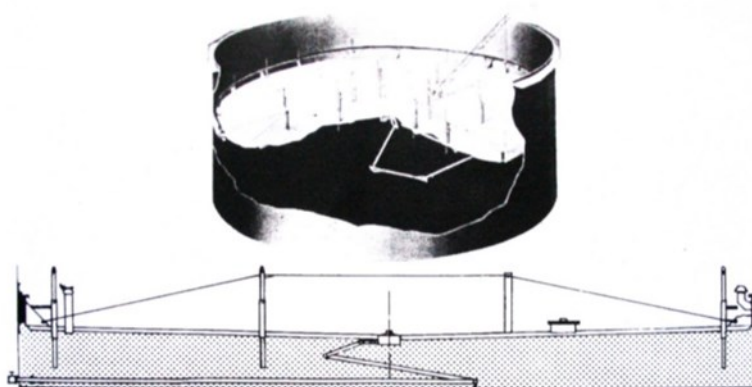


Figura 14: Teto flutuante simples

b. Teto Flutuante com Flutuador (Pontoon Floating Roof): possui, na construção convencional, um disco central e um flutuador na periferia do teto (Fig. 120). Apresenta maior flutuabilidade, menor perda por evaporação e maior custo do que o tipo anterior. Uma variação construtiva do teto flutuante “Pontoon” é o tipo “Buoyroof”, onde caixas metálicas são fixadas no

teto flutuante para melhorar a sua flutuabilidade quando este se encontra inundado por água proveniente de chuva. Os tetos flutuantes com flutuador apresentam, principalmente, os seguintes problemas:

- dificuldade de drenagem do teto;
- possibilidade de colapso do teto devido à excessiva pressão de vapor do produto armazenado.

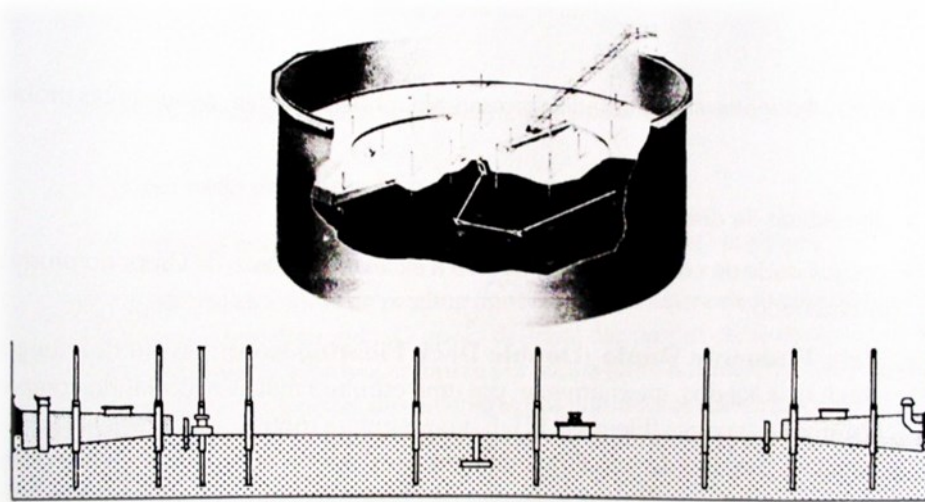


Figura 15: Teto flutuante com flutuador

c. Teto Flutuante Duplo (Double-Deck Floating Roof): possui dois lençóis de chapas ligados, internamente, por uma estrutura metálica formando compartimentos estanques. Esta é uma estrutura robusta e de excelente flutuabilidade. Este tipo de teto mais caro, porém apresenta a menor perda por evaporação, pois os dois lençóis de chapas formam um colchão de ar que funciona como isolamento térmico entre a superfície do líquido armazenado e a superfície externa do teto. Os tetos flutuantes duplos apresentam, principalmente, os seguintes problemas:

- maior custo de fabricação e montagem,
- fundações mais caras devido à exigência de menores recalques;
- considerável volume de produto imobilizado por causa da necessidade de manter sempre o teto flutuando. O apoio desigual das pernas de sustentação do teto sobre o fundo pode provocar trincas por fadiga junto aos reforços das pernas de sustentação e nas junções das anteparas dos flutuadores com o lençol inferior do teto. Tais trincas podem provocar o alargamento do teto e até o seu afundamento;
- possibilidade de graves danos (trincas nas soldas das anteparas) em tanques com movimentação muito freqüente.

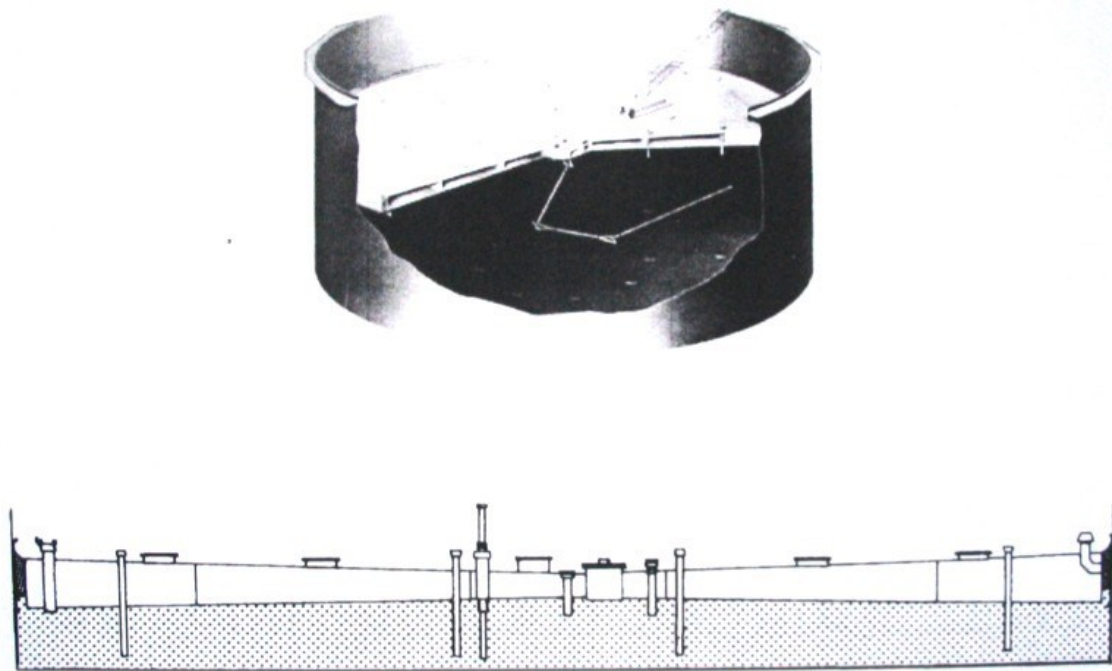


Figura 16: Teto flutuante duplo

8.2 INSPEÇÕES EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO

As razões para inspeções nos tanques de armazenamento são: a) verificação de suas condições físicas; b) determinação da taxa de corrosão; c) avaliação das causas de deterioração e/ou avaria; d) avaliação da integridade física. Com o conhecimento desses dados torna-se possível tomar medidas preventivas a fim de reduzir a probabilidade de incêndio ou perda de capacidade do armazenamento, manter seguras suas condições de trabalho, efetuar reparos ou determinar antecipadamente a necessidade de substituição e prevenir ou retardar deteriorações futuras. (Guia – 9 Inspeção De Tanques De Armazenamento-IBP 1970) 5.1. Tipos de Inspeções Inspeção Externa - É a inspeção de todos os componentes que podem ser verificados com o tanque em operação, incluindo base, diques e bacia de contenção. A corrosão externa do fundo do tanque pode ser problema sério, pois os materiais usados como base do tanque podem conter compostos químicos corrosivos. A presença de argila como contaminante da areia da base causa corrosão eletroquímica com conseqüente formação de alvéolos nos locais de concentração de argila (IBAMA 2007). Inspeção Interna - A inspeção programada de um tanque deverá ser realizada mais freqüentemente, a cada 1-2 anos, sem necessidade de retirar o tanque de operação; com as informações obtidas poder-se-á visualizar a necessidade de antecipar a inspeção interna programada. A inspeção interna deverá ser efetuada de acordo com o programado, ou por ocasião da retirada do tanque de operação

para fins de limpeza, mesmo que o intervalo de inspeção previsto não tenha sido alcançado (IBAMA 2007). Inspeção Geral - É executada com o tanque fora de operação, consistindo de inspeção interna e externa de todos os componentes, incluindo base, diques e bacia de contenção. As válvulas de pressão e vácuo e o suspiro deverão ser totalmente inspecionados quanto ao entupimento e estanqueidade, se suas partes móveis estão livres, sem desgastes, sem corrosão no caso de válvulas com flutuadores, se estão estanques e se o nível de óleo esta correto. Os retentores de chama deverão ser inspecionados quanto a corrosão e entupimentos de sua colméia (IBAMA 2007).

Causas de deterioração

A corrosão é a causa principal da deterioração das chapas de aço carbono de um tanque de armazenamento, por isso a localização, e medição são as razões principais da inspeção de um tanque. Existem 2 tipos de corrosões: a interna e a externa. Corrosão Interna: A corrosão interna dos tanques de armazenamento depende das características do líquido armazenado e do material de que é construído o tanque. Assim como a eficiência do sistema de proteção contra corrosão (Guia – 9 Inspeção De Tanques De Armazenamento-IBP 1970). A corrosão mais severa ocorre em tanques que armazenam produtos químicos corrosivos ou produtos de petróleo contendo compostos corrosivos. Em muitos casos é necessário o uso de revestimento, os quais são mais resistentes às propriedades corrosivas do produto armazenado do que o material de que é feito o tanque (aço), (Guia – 9 Inspeção De Tanques De Armazenamento-IBP 1970).



Figura 17: Mostra o costado do tanque internamente, atestando a corrosão

A corrosão atmosférica externa do tanque pode variar entre desprezível e severa, dependendo das condições do ambiente, as quais podem ser classificadas como leve, de média intensidade e severa podendo ser localizada ou generalizada. A corrosão externa do fundo do tanque pode ser problema sério, pois os materiais usados como base do tanque podem conter compostos químicos corrosivos. A presença de argila como contaminante da areia da base causa corrosão eletroquímica com conseqüente formação de alvéolos nos locais de concentração de argila. A má preparação da base com drenagem deficiente pode permitir que a água, em contato

com o fundo, provoque uma corrosão eletroquímica. Se o tanque armazena produto corrosivo e houver vazamento através do fundo, o produto pode acumular-se entre a base e o fundo e corroer sua superfície externa (PETROBRÁS 2002).



Figura 18: Afigura mostra corrosões externas

A superfície externa do costado deverá ser inspecionada visualmente, a fim de se localizar áreas corroídas. Quando se evidencia uma extensa corrosão externa ou outras formas de avaria é necessário inspecionar toda a superfície do costado, qualquer evidência de corrosão deve ser investigada. Há também outras justificativas para se inspecionar um tanque de armazenamento, como: a verificação de vazamentos existentes ou em potencial a fim de prevenir perdas do material armazenado, diminuir áreas perigosas e salvaguardar a integridade humana e o patrimônio industrial, a extensão da vida útil do equipamento e o controle da deterioração do equipamento (PETROBRÁS 2002). Como líquido armazenado em qualquer tanque representa vultuoso investimento qualquer perda por vazamento não deve ser tolerada. Além disso, se a perda for instantânea e total, uma grande avaria pode ocorrer em equipamentos vizinhos ao tanque, assim como no meio ambiente (PETROBRÁS 2002). Uma inspeção visual é, normalmente, suficiente para se verificar as condições do isolamento térmico externo de um tanque. Inspeção cuidadosa deve ser feita ao redor de todas as conexões e ao redor do berço de tanques horizontais. Áreas de isolamentos encharcadas, deterioradas e sem chapa de proteção devem ser removidas para avaliação do costado, da ancoragem e do estado do isolamento nas áreas adjacentes instalado (Guia – 9 Inspeção De Tanques De Armazenamento-IBP 1970).

Critério de aceitação para ensaios e testes em tanques

A inspeção de tanques de armazenamento perde consideravelmente seu valor a menos que os limites da corrosão e outras formas de deterioração que possam ser seguramente toleradas sejam razoavelmente bem conhecidas para o tanque em inspeção. Há, portanto, dois aspectos a serem

considerados: 1º) a taxa de corrosão; 2º) o limite seguro da deterioração. Como na maioria dos casos, a taxa de corrosão metálica pode ser obtida pela comparação das espessuras, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 4: Critérios de aceitação

Fonte: roteiro para inspeção de tanques – IBAMA 2007

ITEM	DESCRIÇÃO	ACEITAÇÃO	NORMA DE REFERÊNCIA
1	Medições de espessura por ensaio de ultra-som (espessura mínima)	Espessura mínima de acordo com a norma de fabricação, no mínimo 3,0 mm	Asme – Seção V API std 653 ASME B 31.3
2	Inspecção visual do equipamento para avaliação de deformações no Costado	Máx. 15 mm em 1000 mm	Norma NBR 7821 ou API 650
3	Inspecção Dimensional		
3.1	Avaliação da Verticalidade	1/200 X H (H = Altura do Tanque)	Norma NBR 7821 ou API 650
3.2	Avaliação da Circularidade	Conforme Norma	Norma NBR 7821 ou API 650
4	Inspecção visual do equipamento / tubulação	Norma NBR 7821 ASME B 31.3	Norma NBR 7821/83 e API 650
5	Ensaio por Líquido Penetrante	ASME – Seção VIII ASME B 31.3	Norma NBR 7821/83 Norma API 650 ASME – Seção V
6	Ensaio Radiográfico ou Ensaio de Ultra-Som	ASME – Seção VIII ASME B 31.3	Norma NBR 7821/83 Norma API 650 ASME – Seção V

A partir da emissão dos relatórios de inspeção (RI, RNC, CLM e/ou CRM) através do sistema de gestão e controle de inspeção da Petrobras –INSPETRO são calculados os Índices de Rejeição do Fornecedor - IR relativos à inspeção de fabricação (IBAMA 2007). Os índices de rejeição estão divididos em quatro graus: leves, médios, graves ou gravíssimos.

Tabela 5: Índices de Rejeição

Fonte: ABC da Inspeção de Fabricação (PETROBRÁS 2002)

Índice de Rejeição	Característica	Peso	Exemplos
Leve	Não-conformidade identificada pelo responsável pela inspeção da Petrobras, em relação ao Sistema da Qualidade do fornecedor, cuja implicação não afete o desempenho do equipamento, nem o prazo contratual, ou em nova visita.	0,125	a) Identificação de necessidade uma simples revisão de documentos internos; b) Identificação de vazamentos na bancada de testes do fornecedor que inviabilize momentaneamente, o testemunho do evento contratual. c) Pendência de aprovação de desenhos ou documentos gerados por exigência contratual, cuja não conformidade não venha acarretar em problemas relacionados à segurança e/ou funcionalidade do bem. d) Sistemática de rastreabilidade feita de forma prática aceitável, mas sem a elaboração de procedimento respectivos bem como seus registros; e) Ausência de ensaio ou ensaio executado em desacordo com as especificações, porém repetido com testemunho da inspeção, com resultados satisfatórios.
Médio	Não-conformidade no equipamento, detectada pelo responsável pela inspeção da Petrobras, com possibilidade de correção, sem implicação em prazo, ou em nova visita.	0,25	a) Evento identificado pela Inspeção/Petrobras que gere uma RNC e parecer técnico do fornecedor, face estar fora da norma contratual e aceito pelo responsável pela Inspeção de Fabricação da Petrobras, sem necessidade de parecer da unidade requisitante. b) Não conformidade dimensional passível de correção. c) Falta de atendimento à completeza dos certificados de materiais.
Grave	Não conformidade no equipamento, detectada pelo responsável pela inspeção da Petrobras, sem condições de correção, com implicação em prazo, em nova visita, mesmo que haja a aceitação pelo cliente.	0,50	a) Curva de performance fora de norma, mesmo com aceite da unidade requisitante do equipamento. b) Falta de certificados de conformidade para equipamentos elétricos (Classificação de área). c) Evento acordado no Plano de Inspeção como testemunhado, porém realizado sem a presença da Inspeção/Petrobras e sem possibilidade de nova execução. d) Problemas técnicos documentais durante a realização dos testes que impeçam a realização dos mesmos. e) Utilização de profissional não atendendo aos requisitos de qualificação exigido. f) Falta de atendimento aos procedimentos e/ou exigências de processos especiais, previamente aprovados pela Petrobras: Ex. Soldagem, TT. g) Falta e/ou ensaio executado em desacordo com especificações, quando o teste não possa ser repetido. h) Não atendimento à NR-13 para vasos de pressão e decretos para área classificada. Substituição inadequada de componentes e/ou materiais.
Gravíssimo	Não conformidade detectada pelo responsável pela inspeção da Petrobras relacionada à atitude de má fé, adulteração de documentos e/ou identificação de componentes pelo fornecedor.	1	a) Adulteração de certificados; b) Fraudes

8.2.4 Inspeções em produtos armazenados

Assim, como existem as inspeções nos tanques de armazenamento, existem também as inspeções que são realizadas para garantir a qualidade do produto armazenado. De acordo com ABNT NBR 17505-1, as padronizações dos procedimentos relativos aos testes mínimos de controle de qualidade são necessários para a garantia das especificações dos produtos comercializados durante as operações de recebimento, armazenagem, transferência e entrega de derivados de petróleo e alcoóis, é de suma importância a coleta de amostras dos produtos, pelos seguintes motivos:

- a) Verificar a densidade do produto a fim de corrigi-lo a 20°C.
- b) Avaliar a qualidade e demais características do produto através de ensaios de laboratórios.
- c) Fazer a inspeção visual do produto durante as operações, particularmente no que diz respeito á presença de partículas contaminantes.
- d) Garantir e ter como provar a integridade do produto no decorrer das fases de operações.

Os métodos de ensaio utilizados para os diversos testes, definidos abaixo devem ser realizados mediante o emprego de Normas Brasileiras (NBR) e Métodos Brasileiros (MB) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e de Normas da American Society for Testing and Materials (ASTM), conforme descrito nas Resoluções/CNP e Portarias/DNC/ANP até que venham ser substituídas. O programa de qualidade abrange as bases primárias (refinaria, políodos e cabotagem), bases secundárias (caminhões-tanque / vagões-tanque / balsas-tanque), e centros coletores (incluindo produtos recebidos de usinas / destilarias) (ABNT NBR 17505-1).

b. Projeto de desenvolvimento tecnológico para CELESC

Esse projeto é coordenado pelo professor Rogério Sales Gonçalves, o qual sou colocado como vice-coordenador do projeto e tem por objetivo obter soluções para manutenção de cabos de alta tensão e cabo terra (guia). Desenvolver um módulo robótico para ser acoplado a um drone para realização de limpeza de elementos presentes nos cabos de alta tensão e cabo terra; bem como um módulo robótico para ser acoplado a um drone para realização de instalação e/ou remoção de esferas de sinalização. O módulo robótico deve ser acoplado a um drone para realização de instalação e/ou remoção de amortecedores de vibração, bem como um módulo robótico para ser acoplado a um drone para realização de instalação e/ou remoção de espaçadores.

É indiscutível a existência de dificuldades para a manutenção das redes, qualquer que seja o método utilizado. Os robôs que se movimentam nos cabos, apesar das diversas configurações já propostas, não atendem totalmente às necessidades. Cada modelo apresenta vantagens e desvantagens, mas, sua aplicação tem sido praticamente inviável. Alguns dispositivos são capazes de montar/desmontar uma esfera de sinalização. Para isto, ele deve ser colocado e retirado do cabo a cada operação de montagem/desmontagem. Outros sistemas são dotados de rodas. Neste caso, a cada emenda de cabo ou esfera ou um grampo, ele não consegue superar o obstáculo. Para contornar este problema são utilizados sistemas em que o robô é composto por vários outros, mas conectados em série. Esta configuração torna a unidade de controle extremamente complexa, inviabilizando o sistema.

Com base na mobilidade dos seres vivos dotados de pernas, pode-se imaginar o desenvolvimento de um robô, dotado de pernas, que seja capaz de caminhar no cabo, que consiga transpor obstáculos de diversas dimensões e dispostos aleatoriamente e que, além disso, tenha uma concepção estrutural simples e, conseqüentemente, possibilite uma unidade de controle simplificada. Se o robô caminhar dependurado no cabo, seu próprio peso auxilia no seu equilíbrio. As dificuldades para que o robô satisfaça estas qualidades são grandes porque, além dos obstáculos tais como esferas, emendas e grampos, ele deve poder passar pelas torres de sustentação dos cabos, ultrapassar os diversos tipos de isoladores bem como mudar de direção de movimento, acompanhando o cabo. A operação de transposição de torres e de isoladores já foi possível em alguns tipos de robôs. Pelas razões apresentadas, o desenvolvimento de um robô que execute simultaneamente todas as atividades citadas, consiste em uma tarefa extremamente complexa e cujos resultados imediatos são questionáveis. Tanto é assim que as diversas pesquisas neste sentido acabaram, muitas vezes, na construção de um protótipo, com o investimento de altas somas em equipamentos e pessoal, sem a continuidade posterior do trabalho.

Atualmente a resolução do problema da inspeção dos cabos de alta tensão está praticamente resolvida com a utilização de drones que portam câmeras de alta resolução e com grande capacidade de zoom e também câmera de infravermelho. As pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de softwares para otimizar a análise dos dados adquiridos com o objetivo de realizar as manutenções necessárias. O problema da manutenção das linhas de alta tensão ainda é um problema complexo e em aberto. Desta forma este projeto de pesquisa apresenta novas ideias e projetos de arquiteturas de drone-robôs para serem aplicados na manutenção de elementos presentes no sistema de transmissão de energia elétrica.

O drone utilizado no projeto foi o Modelo: EFT E610 10L Agricultural spraying drone waterproof flight platform 1400mm hexacopter frame kit hobbywing X6 power, conforme apresentado na figura a seguir.



Figura 19: Drone a ser acoplado módulos robóticos.

O módulo a seguir vai conectado ao drone supracitado, fazendo uso de inteligência artificial para buscar estabilidade de voo e precisão na acomodação do módulo na linha energizada (viva) para que possa de forma automatizada fazer a instalação dos amortecedores



Figura 20: Módulo robótico para instalação de amortecedores em linhas de transmissão.

O módulo de colocação de esferas de sinalização, é conectado ao drone e faz a colocação de forma automatizada da esfera de sinalização na linha de terra que percorre a parte superior das linhas de transmissão de energia elétrica conforme norma conjunta da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).



Figura 21: Módulo robótico para instalação de amortecedores em linhas de transmissão.

O módulo a ser conectado no drone, conforme foto abaixo demonstra um modulo robótico que opera por meio de controle remoto para fazer a incineração de detritos que podem ser queimados na linha de transmissão, realizando assim a limpeza da mesma. Importante que o dispositivo vai operar com a linha viva.



Figura 22: Módulo para remover detritos carbonizáveis da LT.

Alguns dos elementos citados no projeto de desenvolvimento tecnológico para a concessionária CELESC fazem parte dos últimos projetos a serem desenvolvidos. Maiores detalhes deste projeto em particular não podem ser divulgados no momento devido a acordo de confidencialidade entre as partes. Como produto deste desenvolvimento inovador existem quatro processos de depósito de patente junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI).

1.2.1.3 Atividades administrativas

Ao longo do tempo de ingresso na docência da UFU foram atribuídos vários cargos administrativos, como segue tabela abaixo.

Tabela 6 – Relação de atribuições administrativas FEMEC/UFU.

Disciplinas	Curso	Período
Coordenador de Estágio Supervisionado	Engenharia Mecatrônica	2008 – 2018
Núcleo Docente Estruturante	Engenharia Mecatrônica	2012 – ..
Colegiado de Curso	Engenharia Mecatrônica	2008 – 2012
Colegiado de Curso	Engenharia Mecatrônica	2014 – 2020
Colegiado de Curso	Pós-graduação em Engenharia Mecânica	2022 – ...

1.2.1.4 Resumo da trajetória na UFU

Ao longo destes quinze anos como docente na UFU, foram muitas contribuições e participações em diversas áreas e atividades, onde sempre se completando e aperfeiçoando.

Devido a area de formação, houve atuação em outras áreas de pesquisa menores as quais não foram citadas para não estender em demasia o documento, tais como tribologia, soldagem e engenharia biomecânica. Aprendizados complementares como os adquiridos pela encubadora de empresas por meio de empresa encubada pelo peiriodo de três anos juntamente com outros professores, se estendendo a aplicação profissionaI externa com a participação em uma empresa de comercio e instalação de sistemas fotovoltaicos o qual fui sócio investidor. Se estendendo em esferas mais altas do setor academico atuando junto ao INEP/MEC na elaboração de questões para provas do ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes), bem como certificação de instituições de ensino de nível superior e cursos de nível superior, bem como acreditação de cursos a nível Mercosul pelo sistema Arc-Sur.

Atuações as quais complementam muito as diversas disciplinas ministradas dentro do âmbito da FEMEC não somente a nível de graduação, mas também a nível de pós-graduação. Sendo possível pela relação interdisciplinar das atividades supracitadas, associadas a excelente formação acadêmica e grande aprendizado absorvido por todas as linhas de pesquisa as quais pude atuar.

2. CONCLUSÕES FINAIS

O presente documento apresentou a trajetória acadêmica e profissional do professor Carlos Alberto Gallo. Desde seu período de graduação até setembro do ano de dois mil e vinte e três são quase vinte e oito anos de estudos, pesquisas e muito trabalho docente.

Foi possível verificar que a formação complementar em seu curso de graduação permitiu a atuação nas áreas de Eletrônica de Potência e adjacências, tanto na docência quanto nos cursos pós-graduação concluídos.

Já a experiência administrativa, adquirida na UFSJ, complementou as habilidades de gestão em projetos de pesquisa que atualmente vêm sendo executados na UFU. Além disso, verificou-se que as atividades na UFU vêm se concentrando cada vez mais na pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Com certeza, é importante analisar criticamente a trajetória nas duas instituições federais de ensino superior. Na UFSJ, o trabalho administrativo acabou por ser priorizado pela falta de recursos locais para a execução de pesquisas na área de formação prévia. Tal fato, acabou por prejudicar a produtividade acadêmico-científica. Já na UFU, a situação se inverteu devido aos recursos laboratoriais disponíveis. Tal realidade é facilmente observada utilizando a ferramenta de contabilização de citações, em artigos científicos, da plataforma Google Acadêmico. Desta forma é possível observar um desempenho em publicações, orientações e depósitos de patentes.

BIBLIOGRAFIA

- [01] GALLO, C. A.; LIMA, A. L. ; REZENDE, S. W. F. ; NOMELINI, Q. S. S. ; SILVA, J. W. ; FINZI NETO, R. M. ; MOURA JR, J. R. V. . IMPEDANCE-BASED STRUCTURAL HEALTH MONITORING AND KOHONEN NETS FOR DAMAGE DETECTION. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCES IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY, v. 16, p. 20, 2023.
- [02] GONÇALVES, ROGÉRIO SALES ; DE OLIVEIRA, MURILO ; ROCIOLI, MURILO ; SOUZA, FREDERICO ; GALLO, CARLOS ; SUDBRACK, DANIEL ; TRAUTMANN, PAULO ; CLASEN, BRUNO ; HOMMA, RAFAEL . Drone-Robot to Clean Power Line Insulators. SENSORS, v. 23, p. 5529, 2023.
- [03] L. LIMA, ALEXSANDER ; REZENDE, STANLEY W. F. ; S. RABELO, DIOGO ; NOMELINI, QUINTILIANO S. S. ; SILVA, JOSÉ WALDEMAR ; NETO, ROBERTO M. FINZI ; A. GALLO, CARLOS ; V. MOURA JR, JOSÉ DOS REIS . Anomaly Detection Applied to ISHM for Thickness Reduction Analysis in Controlled Environments. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE, v. 9, p. 426-432, 2022.
- [04] NOMELINI, Q. S. S. ; Silva, J. W. ; GALLO, C. A. ; FINZI NETO, R. M. ; MOURA JUNIOR, J. R. V. ; RAMOS, J. E. . STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) OF DAMAGE METRICS IN THE IMPEDANCE-BASED STRUCTURAL HEALTH MONITORIN. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, v. 39, p. 7-24, 2021.
- [05] FREITAS, FERNANDO AUGUSTO ; JAFELICE, ROSANA MOTTA ; SILVA, JOSÉ WALDEMAR DA ; RABELO, DIOGO DE SOUZA ; NOMELINI, QUINTILIANO SIQUEIRA SCHRODEN ; MOURA, JOSÉ DOS REIS VIEIRA DE ; GALLO, Carlos Alberto ; CUNHA, MARCIO JOSÉ DA ; RAMOS, JULIO ENDRESS . A new data normalization approach applied to the electromechanical impedance method using adaptive neuro-fuzzy inference system. JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF MECHANICAL SCIENCES AND ENGINEERING (ONLINE), v. 43, p. 475, 2021.
- [06] DE REZENDE, STANLEY WASHINGTON FERREIRA ; DE MOURA, JOSÉ DOS REIS VIEIRA ; NETO, ROBERTO MENDES FINZI ; GALLO, Carlos Alberto ; STEFFEN, VALDER . Convolutional neural network and impedance-based SHM applied to damage detection. Engineering Research Express, v. 2, p. 035031, 2020.
- [07] Gallo, C.A.; MOURA JR, J. R. V. ; NETTO, R. M. F. . Non-parametric Inference Applied to Damage Detection in the Electromechanical Impedance-based Health Monitoring. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE, v. 7, p. 73-79, 2020.
- [08] TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. . Analysis, design, and implementation of soft-switching cells applied to the single-phase full-bridge inverter. IET POWER ELECTRONICS (ONLINE), v. 9, p. 1249-1258, 2016.
- [09] Parreira, J.G. ; Gallo, C.A. ; Costa, H.L. . New Advances on Maskless Electrochemical Surface Texturing (MECT) for Tribological Purposes. Surface & Coatings Technology, v. 212, p. 1-13, 2012.
- [10] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; RADE, D. A. ; Steffen, V. . Piezoelectric actuators applied to neutralize mechanical vibrations. Journal of Vibration and Control, v. 18, p. 1650-1660, 2012.
- [11] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. . An Efficient Switch-Mode Power Supply Using an AC-DC Interleaved Boost. International Journal of Electronics (Print), v. 98, p. 425-448, 2011.
- [12] FINZI NETO, R. M. ; Steffen, V. ; RADE, D. A. ; GALLO, C. A. ; Palomino, L. V. . A low-

- cost electromechanical impedance-based SHM architecture for multiplexed piezoceramic actuators. *Structural Health Monitoring*, v. 10, p. 391-402, 2011.
- [13] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; PINTO, J. A. C. . A Passive Lossless Snubber Applied to The AC-DC Interleaved Boost Converter. *IEEE Transactions on Industrial Electronics* (1982. Print), v. 25, p. 775-785, 2010.
- [14] GALBIATI, Janaína Kimura ; GALLO, C. A. ; LAVANHOLI, Maria das Graças D. Prado . PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA QUEIMA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR. *Nucleus* (Ituverava. Impresso), v. 7, p. 127-138, 2010.
- [15] Gallo, C.; Tofoli, F. ; Correa Pinto, J.A. . Two-Stage Isolated Switch-Mode Power Supply with High Efficiency and High Input Power Factor. *IEEE Transactions on Industrial Electronics* (1982. Print), v. 57, p. 1-13, 2010.
- [16] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; SILVA, E.A.S. . An efficient switched-mode power supply using a quadratic boost converter and a new topology of two-switch forward converter. *Revista Tecnologia (UNIFOR)*, v. 27, p. 64-73, 2006.
- [17] GALLO, C. A.. A High Power Factor Symmetrical Switched-Mode Power Supply. *Revista Tecnologia (UNIFOR)*, v. 26, p. 12-20, 2005.
- [18] GALLO, C. A.. A Soft-Switched PWM Interleaved Boost-Flyback with Power Factor Correction. *Eletrônica de Potência (Florianópolis)*, v. 9, n.2, p. 29-35, 2004.
- [19] GALLO, C. A.. Association of a Interleaved Boost-Flyback Converter and a Full Bridge Converter in a Soft-Switched High Power Factor Power Supply. *Eletrônica de Potência (Florianópolis)*, v. 9, n.2, p. 61-68, 2004.
- [20] GALLO, C. A.; FREITAS, F. A. ; JAFELICE, R. M. ; SILVA, J. W. ; RABELO, D. S. ; NOMELINI, Q. S. S. ; MOURA JUNIOR, J. R. V. ; CUNHA, . M. J. ; RAMOS, J. E. . Fundamental Concepts and Models for the Direct Problem. 1. ed. , 2022.
- [21] GALLO, Carlos Alberto; Silva, J. W. ; NOMELINI, Q. S. S. ; RABELO, D. S. ; MOURA JR, J. R. V. ; FINZI NETO, R. M. ; RAMOS, J. E. . Application of Statistical Processing Techniques to the Impedance-based SHM for the Oil & Gas Industry. *Application of Statistical Processing Techniques to the Impedance-based SHM for the Oil & Gas Industry*. 3ed.: , 2022, v. , p. 337-.
- [22] GALLO, Carlos Alberto; REZENDE1, S. W. F. ; MOURA JR, J. R. V. ; Silva, J. W. ; RABELO, D. S. ; NOMELINI, Q. S. S. ; FINZI NETO, R. M. ; RAMOS, J. E. . Application of Deep Learning Techniques for the Impedance-based SHM to the Oil & Gas Industry. *Application of Deep Learning Techniques for the Impedance-based SHM to the Oil & Gas Industry*. 3ed.: , 2022, v. , p. 349-.
- [23] GALLO, C. A.; FINZI NETO, R. M. . Power Harvesting Application. In: *Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems, 2013. 4th International Conference on INTEGRITY, RELIABILITY & FAILURE*.
- [24] GALLO, Carlos Alberto; CHAGAS, M. C. O. ; VIEIRA, S. A. A. . POWER HARVESTING BY PIEZOELECTRIC MATERIALS AND ELECTROMAGNETIC INDUCTION REVIEW (2006 ? 2010). In: *15th International Conference on Experimental Mechanics, 2012, Porto. 15th International Conference on Experimental Mechanics, 2012*.
- [25] GALLO, Carlos Alberto; RADE, D. A. ; FINZI NETO, R. M. ; TSURUTA, K. M. . Analysis of Piezoelectric Power Generation System Performance as a Function of Temperature. In: <http://www.conem2012.com.br/>, 2012, São Luiz. *Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2012*.
- [26] GALLO, Carlos Alberto; ARAUJO, C. A. ; VIEIRA, S. A. A. ; SANTOS, S. S. . ERG01: NOVO PROTÓTIPO PARA CONDICIONAMENTO FÍSICO DE CADEIRANTES E PARATLETAS. In: *II Congresso Paradesportivo Internacional, 2012, Natal. II Congresso Paradesportivo Internacional, 2012*.

- [27] GALLO, Carlos Alberto; FINZI NETO, R. M. ; STEFFEN JR, V. ; RADE, D. A. ; PALOMINO, L. V. . Low Cost Electromechanical Impedance-Based SHM Architecture for Multiplexed Piezoceramic Actuators. In: DINAME2011/14th International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics, 2011, São Sebastião, Brazil. DINAME2011/14th International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics, 2011.
- [28] GALLO, C. A.; VIEIRA, S. A. A. ; ARAUJO, C. A. . SISTEMA DE RESISTÊNCIA ELETROMAGNÉTICO APLICADO EM UM ERGÔMETRO PARA CADEIRANTES. In: Encontro Nacional de Engenharia BioMecânica, 2011, Foz do Iguaçu. III Encontro Nacional de Engenharia BioMecânica, 2011.
- [29] GALLO, C. A.. AC Voltage Regulator Using AC Switched Converter. In: IX CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA, 2011, Cuiabá. IX CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA, 2011.
- [30] GALLO, C. A.. Hybrid Inverter For With Association Of A Five Level Inverter And A Three Level Two Switch Inverter. In: IX CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA, 2011, Cuiabá. IX CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA, 2011.
- [31] GALLO, Carlos Alberto; FINZI NETO, R. M. ; STEFFEN JR, V. ; RADE, D. A. . System for Structural Health Monitoring Based on Piezoelectric Sensors/Actuators.. In: XI Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2011, Natal. XI Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2011.
- [32] GALLO, C. A.; FINZI NETO, R. M. ; RADE, D. A. ; STEFFEN JR, V. . Solid State Switching and Signal Conditioning System for Structural Health Monitoring Based on Piezoelectric Sensors Actuators. In: 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2011, Melbourne. 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2011.
- [33] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. . A Grid-Connected PV System Based on The Buck Converter.. In: Tenth IASTED European Conference on Power and Energy Systems (EUROPES 2011), 2011, Creta. Tenth IASTED European Conference on Power and Energy Systems (EUROPES 2011), 2011. p. 98-115.
- [34] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. . Case Study: Hydroelectric Generation Employing the Water Distribution Network in Pato Branco, Brazil. In: Tenth IASTED European Conference on Power and Energy Systems (EUROPES 2011), 2011, Creta. Tenth IASTED European Conference on Power and Energy Systems (EUROPES 2011), 2011. p. 50-54.
- [35] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. . Study, Design and Implementation of A High Efficiency AC-DC-AC SMPS with Soft Switching Characteristics.. In: Tenth IASTED European Conference on Power and Energy Systems (EUROPES 2011),, 2011, Creta. Tenth IASTED European Conference on Power and Energy Systems (EUROPES 2011),, 2011. p. 222-226.
- [36] GALLO, C. A.; RADE, D. A. ; STEFFEN JR, V. ; FINZI NETO, R. M. . Applied Static Converter to Systems Piezoelectric Actuators for Neutralization of Mechanical Vibrations. In: Pan-American Congress of Applied Mechanics (PACAM), 2010, Foz do Iguaçu. Pan-American Congress of Applied Mechanics (PACAM), 2010.
- [37] GALLO, C. A.; detecção de falhas ; FINZI NETO, R. M. ; RADE, D. A. ; STEFFEN JR, V. . Proposal of a Solid State Switching and Signal Conditioning System for Structural Health Monitoring Based on Piezoelectric Sensors/Actuators. In: Pan-American Congress of Applied Mechanics (PACAM), 2010, Foz do Iguaçu. Pan-American Congress of Applied Mechanics (PACAM), 2010.
- [38] GALLO, C. A.. Hybrid Multipulse Power Inverter for Ultra Clean Power Application. In: III Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos - SBSE/2010, 2010, Belém. III Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos - SBSE/2010, 2010.

- [39] GALLO, C. A.; CHAGAS, M. C. O. ; TOFOLI, F. L. ; FINZI NETO, R. M. . A High Power Factor Rectifier Associated with a ZCZVS PWM Full-Bridge Inverter in a Rectifier/Inverter System. In: International Telecommunications Energy Conference, 2010, Orlando. International Telecommunications Energy Conference, 2010.
- [40] GALLO, C. A.. Hybrid Inverter Applied to SMPS. In: III Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2010, Belém. III Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2010.
- [41] GALLO, C. A.; FINZI NETO, R. M. ; CHAGAS, M. C. O. . Revisão dos circuitos derivativos e suas variações usados na regeneração de energia a partir de materiais piezoelétricos em estruturas vibrantes (2006-2009). In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM 2010, 2010, Campina Grande. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM 2010, 2010.
- [42] MOTA, C. P. ; VILARINHO, L. O. ; GALLO, C. A. ; FINZI NETO, R. M. . TOPOLOGIA DE ACIONAMENTO DE DIODOS LASER DE ALTA POTÊNCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO EM. In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM 2010, 2010, Campina Grande. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM 2010, 2010.
- [43] GALLO, C. A.; CHAGAS, M. C. O. . Regeneração de Energia a partir de Vibrações usando Materiais Piezoelétricos. In: XII Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa, 2010, São José dos Campos. XII Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa, 2010.
- [44] GALLO, C. A.. Double Forward Converter with Symmetrical Output Voltage and Soft Switchin. In: III Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2010, Belém. III Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2010.
- [45] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; SANHUEZA, S. M. R. . A Low Cost Single-Phase Grid-Connected Photovoltaic System with Reduced Complexity. In: Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2009, Bonito. COBEP 2009, 2009.
- [46] GALLO, C. A.; DEMIAN JR, A. E. ; TOFOLI, F. L. . Non-Isolated DC-DC Converters with Wide Conversion Range Used to Drive High-Brightness Leds. In: Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2009, Bonito. COBEP 2009, 2009.
- [47] Brito, J. N. ; Baccharini, L. M. R. ; GALLO, C. A. . Detecção de Falhas Mecânicas Através da Análise de Vibração em Motores Elétricos Alimentados por Inversores de Freqüência?. In: V CONGRESO BOLIVARIANO DE INGENIERÍA MECÁNICA ; II CONGRESO BINACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2008, Cúcuta. II CONGRESO BINACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2008.
- [48] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; GALELLI, M. T. ; Coelho, F. A. B. ; VIEIRA JR, J. B. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. . CC-AC SOFT SWITCHING TOPOLOGIES FOR THE SINGLE-PHASE FULL-BRIDGE INVERTER. In: International Conference on Technology and Engineering Education, 2008, Santos. C-AC SOFT SWITCHING TOPOLOGIES FOR THE SINGLE-PHASE FULL-BRIDGE INVERTER, 2008.
- [49] GALLO, C. A.; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. ; TOFOLI, F. L. . Proposal Of A Switched-Mode Power Supply Using A Boost-Flyback Converter And An Interleaved Soft-Switching Forward Topology. In: IEEE 39thPower Electronics Specialists Conference, 2008, Island of Rhodes, Greek. IEEE 39thPower Electronics Specialists Conference, 2008.
- [50] GALLO, C. A.; VIEIRA JR, J. B. ; TOFOLI, F. L. ; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. . PROPOSAL OF AN AC-DC-AC CONVERTER USING THE SINGLE-PHASE THREE-LEVEL RECTIFIER AND A HALF-BRIDGE INVERTER. In: VIII Conferência Internacional de Aplicações Industriais, 2008, Poços de Caldas. VIII Conferência Internacional de Aplicações Industriais, 2008.

- [51] GALLO, C. A.; COELHO, E. A. A. ; TOFOLI, F. L. ; FREITAS, L. C. . A High Power Factor Rectifier Associated With A ZCZVS PWM Full-Bridge Inverter in A Rectifier/Inverter System. In: XVII Congresso Brasileiro de Automática, 2008, Juiz de Fora. A High Power Factor Rectifier Associated With A ZCZVS PWM Full-Bridge Inverter in A Rectifier/Inverter System, 2008.
- [52] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; FINZI NETO, R. M. . SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA INTERLIGADO À REDE COMERCIAL. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE ENERGIA SOLAR, 2008. III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE ENERGIA SOLAR, 2008.
- [53] GALLO, C. A.; Guedes, J. D. S. . Estudo de Cnversores Elevadores por Simulação Aplicada em Sistemas Fotovoltáicos de Energia Elétrica. In: VII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de São João Del Rei, 2008, São João Del Rei. VII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de São João Del Rei, 2008.
- [54] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; VIEIRA JR, J. B. ; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. . PROPOSAL OF A SOFT COMMUTATION CELL APPLIED TO THE SINGLE PHASE FULL-BRIDGE INVERTER. In: 9TH BRAZILIAN POWER ELECTRONICS CONFERENCE, 2007, BLUMENAU ? SC ? BRASIL. 9TH BRAZILIAN POWER ELECTRONICS CONFERENCE, 2007.
- [55] GALLO, C. A.; GALELLI, M. T. ; TOFOLI, F. L. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . PROPOSAL OF A SWITCH-MODE POWER SUPPLY BY THE ASSOCIATION OF AN INTERLEAVED BOOST-FLYBACK CONVERTER AND AN INTERLEAVED FORWARD TOPOLOGY. In: 8th Brazilian Power Electronics Conference - COBEP 2005, 2005, Recife. 8th Brazilian Power Electronics Conference - COBEP 2005, 2005.
- [56] GALLO, C. A.; GALELLI, M. T. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. ; COELHO, E. A. A. . Proposal of a Switched-Mode Power Supply by the Association of an Interleaved Boost-flyback Converter and an Interleaved Forward Topology. In: APEC 05, 2005, Austin. APEC 05, 2005.
- [57] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; GALELLI, M. T. ; COELHO, E. A. A. ; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . A Unitty Power Factor Single-Phase Three-Level Rectifier Associated with a Passive Nondissipative Snubber. In: APEC 05, 2005, Austin. APEC 05, 2005.
- [58] TOFOLI, F. L. ; MORAIS, A. S. ; GALLO, C. A. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . An Electronic Ballast Employing A Boost Half-Bridge Topology. In: The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. p. 170-178.
- [59] DEMIAN JR, A. E. ; GALLO, C. A. ; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A Novel Microprocessor-Based Battery Charger Circuit with Power Factor Correction. In: The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. p. 1407-1410.
- [60] GALLO, C. A.; MORAIS, A. S. ; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A High Power Factor Symmetrical Switched-Mode Power Supply. In: The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. p. 756-762.
- [61] TOFOLI, F. L. ; MORAIS, A. S. ; GALLO, C. A. ; SANHUEZA, S. M. R. ; OLIVEIRA, A. . Analysis of Losses in Cables And Transformers Under Power Quality Related Issues. In:

- The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. p. 1521-1526.
- [62] TOFOLI, F. L. ; DEMIAN JR, A. E. ; GALLO, C. A. ; COELHO, E. A. A. ; VINCENZI, F. R. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . Proposal of A Switched-Mode Power Supply Employing A Quadratic Boost Converter and A New Topology of Soft-Switched Two-Switch Forward Converter. In: The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. v. 1384.
- [63] GALLO, C. A.; MORAIS, A. S. ; TOFOLI, F. L. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; COELHO, E. A. A. ; VIEIRA JR, J. B. . Association of a High Power Factor Power Supply Using An Interleaved Boost-Flyback Converter and A Soft-Switching Full Bridge Topology. In: The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. p. 717-722.
- [64] MORAIS, A. S. ; GALLO, C. A. ; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A High Power Factor Ballast with A Single Switch and A Single Power Stage. In: The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004, Anaheim, California, USA. The 19th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC 2004, 2004. p. 149-152.
- [65] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A ZCZVT PWM Three-Level Full-Bridge McMurray Inverter. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 4803-4807.
- [66] TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . Association of a Quadratic Boost Converter and a New Topology of Soft-Switched Two-Switch Forward Converter. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 35th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 633-637.
- [67] TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. ; SCARPA, V. V. R. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A High Power Factor Power Supply Employing A Self-Oscillating Converter to Supply Control Circuitry. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 2600-2603.
- [68] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; SCARPA, V. V. R. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . Proposal of A SMPS with AC Output Voltage Employing a Quadratic Boost Converter, a New Topology of Soft-Switched Two-Switch Forward Converter and a New Topology of PWM Three-Level Half-Bridge Inverter. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 2604-2610.
- [69] TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A Switched-Mode Power Supply Employing A Quadratic Boost Converter and A Soft-Switched Two-Switch Forward Converter. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 2611-2614.
- [70] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A Novel High Power Factor Switched-Mode Power Supply Employing An Interleaved Boost-Flyback Converter and A ZCZVS PWM Full-Bridge McMurray Inverter.

- In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 2615-2620.
- [71] SCARPA, V. V. R. ; GALLO, C. A. ; VINCENZI, F. R. ; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A New Topology of Three-Level Half Bridge Inverter. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 3873-3876.
- [72] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; SCARPA, V. V. R. ; COELHO, E. A. A. ; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . A New Topology Of Soft-Switched Two-Switch Forward Converter and A New Topology of PWM Three-Level Half-Bridge Inverter. In: 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - PESC 2004, 2004, Aachen, Germany. 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference, 2004. p. 3905-3910.
- [73] DEMIAN JR, A. E. ; GALLO, C. A. ; TOFOLI, F. L. ; VIEIRA JR, J. B. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; COELHO, E. A. A. . Study and Implementation of A Battery Charger Circuit. In: VI INDUSCON, 2004, Joinville, Santa Catarina, 2004.
- [74] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; GALELLI, M. T. ; SCARPA, V. V. R. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . Proposal of a DC SMPS by The Association of A Quadratic Boost Converter and A New Topology of Soft-Switched Two-Switch Forward Converter. In: VI INDUSCON, 2004, Joinville, Santa Catarina.
- [75] TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. ; SCARPA, V. V. R. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . Proposal of A SMPS by The Association of A Quadratic Boost Converter and A New Topology of Soft-Switched Two-Switch Forward Converter. In: VI INDUSCON, 2004, Joinville, Santa Catarina.
- [76] SCARPA, V. V. R. ; GALLO, C. A. ; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . Proposal of An Autonomous System for Photovoltaic Energy Conversion. In: VI INDUSCON, 2004, Joinville, Santa Catarina, 2004.
- [77] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; FREITAS, L. C. ; COELHO, E. A. A. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A High Power Factor Symmetrical Switched Power Supply Resulting From The Combination of A Boost Converter and Two Forward Topologies. In: 7º Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2003, Fortaleza-CE. The 7th Brazilian Power Electronics Conference. Fortaleza-CE: iTarget Tecnologia da Informação, 2003. p. 556-559.
- [78] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; MORAIS, A. S. ; DEMIAN JR, A. E. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; COELHO, E. A. A. ; VIEIRA JR, J. B. . A ZCZVS PWM Three Level Full Bridge McMurray Inverter Using An Auxiliary Power Supply To Control System. In: 7º Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2003, Fortaleza-CE. The 7th Brazilian Power Electronics Conference. Fortaleza-CE: iTarget Tecnologia da Informação, 2003. p. 94-99.
- [79] MORAIS, A. S. ; TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . An Electronic Ballast Employing A Boost Half-Bridge Topology. In: 7º Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2003, Fortaleza-CE. The 7th Brazilian Power Electronics Conference. Fortaleza-CE: iTarget Tecnologia da Informação, 2003. p. 204-208.
- [80] TOFOLI, F. L. ; MORAIS, A. S. ; GALLO, C. A. ; SILVA, E. A. S. ; ALBUQUERQUE, F. L. ; SANHUEZA, S. M. R. ; OLIVEIRA, A. . A Study on Losses in Cables and Transformers and Analysis of Power Quality Performance. In: 7º Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, 2003, Fortaleza-CE. The 7th Brazilian Power Electronics Conference. Fortaleza-CE: iTarget Tecnologia da Informação, 2003. p. 293-298.
- [81] TOFOLI, F. L. ; GALLO, C. A. ; MORAIS, A. S. ; DEMIAN JR, A. E. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; COELHO, E. A. A. ; VIEIRA JR, J. B. . Association of a ZCZVS PWM

- Three-Level Full-Bridge McMurray Inverter and An Auxiliary Power Supply. In: The 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society - IECON 2003, 2003, Roanoke, Virginia, USA. The 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2003. p. 806-811.
- [82] GALLO, C. A.; TOFOLI, F. L. ; COELHO, E. A. A. ; FREITAS, L. C. ; FARIAS, V. J. ; VIEIRA JR, J. B. . A High Power Factor Symmetrical Switched Power Supply Resulting From The Combination of A Boost Converter and Two Forward Topologies. In: I Conferência em Estudo de Engenharia Elétrica - I CEEL, 2003, Uberlândia-MG. I Conferência em Estudo de Engenharia Elétrica, 2003.
- [83] TOFOLI, F. L. ; MORAIS, A. S. ; GALLO, C. A. ; SILVA, E. A. S. ; ALBUQUERQUE, F. L. ; SANHUEZA, S. M. R. ; OLIVEIRA, A. . A Study on Losses In Cables and Transformers and Analysis of Power Quality Performance. In: I Conferência em Estudo de Engenharia Elétrica - I CEEL, 2003, Uberlândia-MG. I Conferência em Estudo de Engenharia Elétrica, 2003.
- [84] GALLO, C. A.. An Electronic Ballast Employing a Forward Topology With Low Duty Cycle and High Power Factor. In: IECON, 2003, Virginia, 2003. p. 806-811.
- [85] GALLO, C. A.; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . An Unity High Power Factor Power Supply Rectifier Using A PWM AC/DC Full Bridge Soft - Switching. In: INDUSCON, 2002, Salvador. INDUSCON 2002, 2002.
- [86] GALLO, C. A.; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . An Converter with High Power Factor Power Supply Rectifier Using A PWM AC/DC Full Bridge Soft - Switching. In: APEC, 2002, Dallas. APEC.
- [87] GALLO, C. A.; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . SOFT-SWITCHED PWM HIGH-FREQUENCY WITH PFC CONVERTER USING BOOST-FLYBACK CONVERTER INTERLEAVED. In: PESC 2002, 2002, Sidney. PESC 2002, 2002.
- [88] GALLO, C. A.. An Converter with High Power Factor Power Supply Rectifier Using A PWM AC/DC Full Bridge Soft - Switching. In: APEC, 2001, Dallas.
- [89] .GALLO, C. A.; FARIAS, V. J. ; FREITAS, L. C. ; VIEIRA JR, J. B. . A PFC INTERLEAVED BOOST-FLYBACK CONVERTER USING A NON - DISSIPATIVE SNUBBER. In: COBEP, 2001, Florianópolis. COBEP, 2001.
- [90] GALLO, Carlos Alberto. Sistema de Controle Automático de Temperatura para Banda de Rodagem de Pneus para Veículos Automotores. 2012, Brasil.
- [91] Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR 1020120009978, título: "Sistema de Controle Automático de Temperatura para Banda de Rodagem de Pneus para Veículos Automotores" Depósito: 16/01/2012
- [92] GALLO, Carlos Alberto; STEFFEN JR, V. ; TEODORO, E. B. ; RADE, D. A. ; MARTINS, L. G. ; FINZI NETO, R. M. ; SOUZA, M. M. D. ; Martins, L. G. A. ; SOUSA, M. M. ; NETTO, R. M. F. ; GONSALVES, C. G. ; GONSALVEZ, C. G. ; GOMES, G. H. ; BITENCOURT, E. T. ; DOTTA, F. ; HARTMANN, M. ; SILVA, P. A. D. ; STEFFEN JR., V. . Structural Health Monitoring System Employing Electromechanical Impedance Technology. 2015, Estados Unidos.
- [93] Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: 2015/0168353, título: "Structural Health Monitoring System Employing Electromechanical Impedance Technology" , Instituição de registro: United States Patent and Trademark Office. Depósito: 18/06/2015
- [94] GALLO, Carlos Alberto. Structural Health Monitoring System Employing Electromechanical Impedance Technology. 2016, Alemanha.
- [95] Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: 14833109.3-1554, título: "Structural Health Monitoring System Employing Electromechanical Impedance Technology" , Instituição de registro: German Patent and Trademark Office. Depósito: 20/07/2016

- [96] NETTO, R. M. F. ; GALLO, C. A. . Sistema de Geração de Energia Elétrica Modular Utilizando Concentrador Solar por Lentes de Fresnel. 2017, Brasil.
- [97] Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170205100, título: "Sistema de Geração de Energia Elétrica Modular Utilizando Concentrador Solar por Lentes de Fresnel" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito PCT: 25/09/2017
- [98] GALLO, Carlos Alberto; GONCALVES, R. S. ; BERNARDES, R. ; OLIVEIRA, M. A. ; SUDBRACK, D. E. T. ; TRAUTMANN, P. V. ; HOMMA, R. Z. . DISPOSITIVO APLICADO A LIMPEZA DE CABOS DE ALTA TENSÃO E ISOLADORES. 2020, Brasil.
- [99] Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR10202001510, título: "DISPOSITIVO APLICADO A LIMPEZA DE CABOS DE ALTA TENSÃO E ISOLADORES" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 24/07/2020
- [100] GALLO, Carlos Alberto; GONCALVES, R. S. ; SUDBRACK, D. E. T. ; TRAUTMANN, P. V. ; HOMMA, R. Z. . MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO/DESINSTALAÇÃO DE ESPAÇADORES NOS CABOS DE ALTA TENSÃO. 2020, Brasil.
- [101] Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR10202001511, título: "MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO/DESINSTALAÇÃO DE ESPAÇADORES NOS CABOS DE ALTA TENSÃO" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 24/07/2020
- [102] GALLO, Carlos Alberto; GONCALVES, R. S. ; SUDBRACK, D. E. T. ; TRAUTMANN, P. V. ; HOMMA, R. Z. . MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO DE AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO PRÉ-FORMADOS. 2020, Brasil.
- [103] Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR10202001512, título: "MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO DE AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO PRÉ-FORMADOS" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 24/07/2020
- [104] GALLO, Carlos Alberto; GONCALVES, R. S. ; SANTOS, P. B. ; SUDBRACK, D. E. T. ; TRAUTMANN, P. V. ; HOMMA, R. Z. . MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO/REMOÇÃO DE SINALIZAÇÃO AÉREA EM CABO TERRA. 2020, Brasil.
- [105] Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR10202001543, título: "MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO/REMOÇÃO DE SINALIZAÇÃO AÉREA EM CABO TERRA" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 29/07/2020
- [106] GALLO, Carlos Alberto; GONCALVES, R. S. ; SUDBRACK, D. E. T. ; TRAUTMANN, P. V. ; HOMMA, R. Z. . MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO/DESINSTALAÇÃO DE AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO. 2020, Brasil.
- [107] Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR1020200154397, título: "MÓDULO ROBÓTICO PARA INSTALAÇÃO/DESINSTALAÇÃO DE AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 29/07/2020
- [108] GALLO, C. A.; RAMOS, J. E. ; RABELO, DIOGO DE SOUZA ; NETTO, R. M. F. ; CUNHA, M. J. ; NOMELINI, Q. S. S. ; Silva, J. W. ; FINZI, M. B. A. ; ROCHA, L. A. A. ; SILVA, R. P. ; SFALSIN, F. N. ; FAGUNDES, M. A. ; SILVA, C. C. E. ; GOMES, .: L. G. D. . SISTEMA PARA ANÁLISE AUTOMATIZADA E REMOTA DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL E ADERNAMENTO EM TETOS DE TANQUES INDUSTRIAIS. 2023, Brasil.
- [109] Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10202301308, título: "SISTEMA

PARA ANÁLISE AUTOMATIZADA E REMOTA DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL E ADORNAMENTO EM TETOS DE TANQUES INDUSTRIAIS" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 29/06/2023. Instituição(ões) financiadora(s): Petrobrás.